إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلقاسية

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلقاسية

الخس - الخرشوف - البامية - القلقاس

تأليف

أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

الطبعة الأولى

٢٠٠٣

الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلقاسية

الخس - الخرشوف - البامية - القلقاس

رقم الإيداع : 2002/20413
I. S. B. N. : 977-258-184-1

للدار العربية للنشر والتوزيع
٣٢ شارع عباس العقاد - مدينة نصر
ت : ٢٧٥٣٣٣٥ فاكس : ٢٧٥٣٣٨٨

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم. ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها. ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفسها؛ الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً، طلابًا وطالبات، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم، لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت - فيما مضى - علوم الأمم الأخرى، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية، فكانت لغة العلوم والأدب، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة.

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى. فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب، ولم ينكر الأوروبيون ذلك، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم، وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى، ثم البريطانى والفرنسى، عاق اللغة عن النمو والتطور، وأبعدها عن العلم والحضارة، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثلتها من كتب الغرب فى ذلك الحين، سواء فى الطبع، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد، وسادت لغة المستعمر. وفرضت على أبناء الأمة فرضًا، إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية.

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة، يشككون فى قدرة اللغة على استيعاب الحضارة الجديدة، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر: "علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر، فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة".

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر – فى أسرع وقت ممكن – إلى اتخاذ التدابير، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام، والمهنى، والجامعى، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم. وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب، نظرًا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمى، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد، وتمكينًا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متابطئة، أو تكاد تتوقف، بل تحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الإستعمار فى نفوسهم عقدًا وأمراضًا، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد عن خمسة عشر مليون يهوديًا، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآدب والتقنية، كاليابان، وإسبانيا، وألمانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!.

وأخيرًا . وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدا من ضمن ما نشرته – وستقوم بنشره – الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة

وبهذا .. ننفذ عهدًا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى، وفيما أرداه الله تعالى لنا من جهاد فيها.

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم: ﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ﴾.

محمد أحمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المقدمة

بتوفيق الله وفضله .. هذا هو الكتاب الحادى عشر من سلسلة "محاصيل الخضر: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة"، وهو يتناول بالشرح المفصل محاصيل: الخس، والخرشوف، والبامية، والقلقاس، وهى محاصيل الخضر الرئيسية التى تتبع العائلات: المركبة، والخبازية، والقلقاسية.

يضم الكتاب إثنا عشر فصلاً، خصصت الفصول الخمسة الأولى منها للخس، والخمسة التالية للخرشوف، بينما خصص الفصل الحادى عشر للبامية، والثانى عشر للقلقاس. وقد تناولنا كل محصول من هذه المجموعة بالشرح الوافى فى كل ما يتعلق بالتعريف بالمحصول وأهميته الغذائية والاقتصادية، والوصف النباتى، والأصناف، والاحتياجات البيئية، وطرق التكاثر والزراعة، وعمليات الخدمة الزراعية، والفسيولوجى، والحصاد والتداول والتخزين والتصدير، والأمراض والآفات ومكافحتها.

وكعهدى دائمًا مع القارئ .. فقد توخيت فى إعداد هذا الكتاب البساطة مع التوثيق بالمصادر، والشمولية دونما إفراط أو تفريط؛ ليكون مرجعًا مفيدًا لكل من له علاقة بالخضر: الطالب، والباحث، والمنتج، والمُصَدِّر.

وما توفيقى إلاّ بالله.

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن

محتويات الكتاب

الصفحة
الفصل الأول: تعريف بالخس وأهميته وأصنافه ١٩
تعريف بالعائلة المركبة ١٩
تعريف بالخس وأهميته ١٩
الأصناف النباتية ١٩
الموطن وتاريخ الزراعة ٢٠
الاستعمالات والقيمة الغذائية ٢١
الأهمية الاقتصادية ٢٣
الوصف النباتى ٢٣
الجذور ٢٤
الساق والأوراق ٢٤
الأزهار ٢٥
التلقيح ٢٦
الثمار والبذور ٢٧
الأصناف ٢٧
تقسيم الأصناف ٢٧
مواصفات الأصناف الهامة ٣٣

الفصل الثانى: زراعة الخس وخدمته ٣٩
التربة المناسبة ٣٩
تأثير العوامل الجوية ٣٩
التكاثر وطرق الزراعة ٤٠
التقاوى ٤٠
الزراعة بالشتلات ٤١
الزراعة بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة ٤٣

الصفحة

مواعيد الزراعة ٤٦
عمليات الخدمة ٤٦
الترقيع ٤٦
الخف ٤٦
العزيق ومكافحة الأعشاب الضارة ٤٦
الري ٤٨
التسميد ٤٩
أغطية النباتات ٦٥

الفصل الثالث: فسيولوجيا الخس ٦٧

إنبات البذور ٦٧
حيوية البذور ٦٧
علاقة حجم البذرة بالنمو النباتى ٦٧
مراحل إنبات البذور ٦٨
سكون البذور الابتدائى والسكون الثانوى ٦٩
فسيولوجيا إنبات البذور فى الملوحة العالية ٨٩
التأثير الفسيولوجى لغدق التربة ٩١
التأثير الفسيولوجى للعوامل الجوية على النمو والمحصول ٩١
تأثير درجة الحرارة ٩١
تأثير الإضاءة ٩٢
تأثير التداخل بين درجة حرارة الهواء والفترة الضوئية ٩٥
تأثير التحكم البيئى فى المناطق الاستوائية ٩٦
تأثير الرطوبة النسبية ٩٨
التأثير الفسيولوجى للميكوريزا ٩٨
تكوين الرؤوس ٩٩

الصفحة
الإزهار والإزهار المبكر ١٠١
العوامل المؤثرة فى محتوى الخس من بعض المكونات الغذائية ١٠٦
محتوى الخس من الفلافونات ١٠٧
محتوى الخس من النترات ١٠٨
أهمية النترات للنبات ١٠٩
العوامل المؤثرة فى محتوى النترات بالنبات ١٠٩
المرارة والمركبات المسببة لها ١١٣
العيوب الفسيولوجية والنموات غير الطبيعية ١١٤
الفلقات الحمراء ١١٤
احتراق قمة الأوراق ١١٥
تغير لون العرق الوسطى ١٢٩
الأوراق الحلزونية ١٣٠
التلون البنى الصدئ ١٣١
التحلل الداخلى للعرق الوسطى ١٣١
التبقع الصدئ والصبغة البنية ١٣١
الأضرار الفسيولوجية لتغذية طراز B البيولوجى لحشرة الذبابة البيضاء ١٣١
الأضرار الفسيولوجية لملوثات الهواء ١٣٢

الفصل الرابع: حصاد، وتداول، وتخزين، وتصدير الخس ١٣٣
اكتمال التكوين للحصاد ١٣٣
الحصاد ١٣٤
حصاد المسكّن ١٣٥
التداول ١٣٥
التجهيز والتعبئة ١٣٥
التبريد المبدئ ١٣٦

الصفحة

معاملات منظمات النمو لتأخير الشيخوخة ١٣٧
معاملات منع التلون للسطح المقطوع من ساق الخس ١٣٧
تغليف الرؤوس ١٣٨
الظروف المثلى للتخزين ١٣٩
التخزين المبرد العادى ١٣٩
التخزين المبرد فى الجو المتحكم فى مكوناته ١٤٠
العيوب الفسيولوجية المصاحبة لظروف التخزين غير المناسبة ١٤٢
تداول الخس المجهز للاستهلاك ١٤٧
التلوث الميكروبى ١٤٧
عمليات التداول والتخزين ١٤٨
التغيرات الفسيولوجية ١٤٩
التصدير ١٥٠

الفصل الخامس: أمراض وآفات الخس ومكافحتها ١٥٥
سقوط البادرات ١٥٥
البياض الزغبى ١٥٥
البياض الدقيقى ١٥٩
العفن الرمادى ١٥٩
عفن القاعدة ١٦٠
تقزم بثيم ١٦١
سقوط اسكليروتينيا ١٦٢
موزايك الخس ١٦٥
فيرس موزايك الخيار ١٦٧
فيرس ذبول الفول الرومى ١٦٨
فيرس اصفرار البنجر الغربى ١٦٨

الصفحة

فيرس اصفرار الخس المعدى ١٦٩
العرق الكبير ١٧٠
اصفرار الأستر ١٧١
النيماتودا ١٧٢
الحشرات ١٧٢

الفصل السادس: تعريف بالخرشوف وأهميته وأصنافه ١٧٥
أنواع الجنس *Cynara* ١٧٥
الموطن وتاريخ الزراعة ١٧٥
الاستعمالات والقيمة الغذائية ١٧٦
الأهمية الاقتصادية ١٧٧
الوصف النباتى ١٧٧
الجذور ١٧٨
الساق والأوراق ١٧٨
الأزهار والتلقيح ١٧٩
الثمار والبذور ١٨١
الأصناف ١٨١

الفصل السابع: زراعة الخرشوف وخدمته ١٨٥
الاحتياجات البيئية ١٨٥
التربة المناسبة ١٨٥
تأثير العوامل الجوية ١٨٥
طرق التكاثر ١٨٦
تجزئة الجزء القاعدى لسيقان الأمهات ١٨٦
التكاثر بالبراعم الساكنة ovoli (الفكوك) ١٨٨

الصفحة

الزراعة بالخلفات ١٨٨
الزراعة بالشتلات الناتجة من الإكثار الخضرى ١٨٩
التكاثر بالبذور ١٩١
الزراعة ١٩٢
أولاً: فى الأراضى السوداء ١٩٢
ثانيا: فى الأراضى الرملية ١٩٣
مواعيد الزراعة ١٩٤
عمليات الخدمة ١٩٤
الترقيع ١٩٤
العزق ومكافحة الأعشاب الضارة ١٩٤
الرى ١٩٥
التسميد ١٩٦
المعاملة بالجبريللين ١٩٨
تعمير الخرشوف ٢٠١

الفصل الثامن: فسيولوجيا الخرشوف ٢٠٣
التأثير الفسيولوجى للملوحة الأرضية ٢٠٣
احتياجات البرودة (الارتباع) ٢٠٤
المحتوى الكيميائى ٢٠٥
العيب الفسيولوجى: البقع السوداء ٢٠٥

الفصل التاسع: حصاد وتداول وتخزين وتصدير الخرشوف .. ٢٠٧
النضج والحصاد ٢٠٧
التداول ٢٠٨
الفرز والتدريج ٢٠٨

الصفحة

التعبئة والعبوات ٢٠٩
التبريد الأولى ٢١٠
التخزين ٢١٠
فسيولوجيا بعد الحصاد ٢١١
معدل التنفس ٢١١
إنتاج [illegible] والح[illegible] ٢١٢
التلون البنى ٢١٢
أضرار التجمد ٢١٢
التصدير ٢١٣

الفصل العاشر: أمراض وآفات الخرشوف ومكافحتها........ ٢١٧
الذبول الطرى ٢١٧
عفن التقاوى ٢١٧
أعفان الجذور ٢١٨
البياض الدقيقى ٢١٨
عفن بوتريتس ٢٢٠
الأمراض الفيروسية ٢٢٠
الحشرات ٢٢٠
العنكبوت الأحمر ....
القواقع ٢٢٣

الفصل الحادى عشر: البامية........................ ٢٢٥
تعريف بالمحصول وأهميته ٢٢٥
الموطن وتاريخ الزراعة ٢٢٥
الاستعمالات والقيمة الغذائية ٢٢٦

	الصفحة
الأهمية الاقتصادية	٢٢٧
الوصف النباتى	٢٢٧
الجذور	٢٢٧
الساق والأوراق	٢٢٨
الأزهار والتلقيح	٢٢٨
الثمار والبذور	٢٣٠
الأصناف	٢٣٠
تقسيم الأصناف	٢٣٠
المواصفات المطلوبة فى أصناف البامية	٢٣١
الأصناف الهامة ومواصفاتها	٢٣٢
التربة المناسبة	٢٣٤
الاحتياجات البيئية	٢٣٥
طرق التكاثر والزراعة	٢٣٥
التكاثر وكمية التقاوى	٢٣٥
معاملات التقاوى	٢٣٥
الزراعة	٢٣٦
مواعيد الزراعة	٢٣٧
عمليات الخدمة	٢٣٨
الترقيع والخف	٢٣٨
العزق	٢٣٨
الرى	٢٣٨
التسميد	٢٣٩
الأغطية البلاستيكية للتربة	٢٣٩
أغطية النباتات	٢٤٠
إزالة الأوراق المسنة	٢٤٠

الصفحة

الفسيولوجى: النمو الثمرى ٢٤٠
الحصاد والتداول والتخزين والتصدير ٢٤١
النضج والحصاد ٢٤١
التداول ٢٤٣
التخزين ٢٤٤
التصدير ٢٤٥
الأمراض والآفات ومكافحتها ٢٤٥
الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور ٢٤٦
الذبول الفيوزارى ٢٤٦
البياض الدقيقى ٢٤٧
أعفان الجذور والذبول الطرى ٢٤٧
فيرس الموزايك واصفرار الأوراق ٢٤٧
نيماتودا تعقد الجذور ٢٤٨
الحشرات والعناكب ٢٤٨

الفصل الثانى عشر: القلقاس ٢٥١
تعريف بالمحصول وأهميته ٢٥١
الموطن والأصناف النباتية ٢٥١
الاستعمالات والقيمة الغذائية ٢٥٤
الأهمية الاقتصادية ٢٥٥
الوصف النباتى ٢٥٦
الجذور والساق والأوراق ٢٥٦
الأزهار ٢٥٧
الأصناف ٢٥٧
التربة المناسبة ٢٥٨

الصفحة

تأثير العوامل الجوية ٢٥٨

طرق التكاثر والزراعة ٢٥٨

موعد الزراعة ٢٥٩

عمليات الخدمة ٢٦٠

الترقيع ٢٦٠

العزيق والتكثيف ٢٦٠

الري ٢٦٠

التسميد ٢٦٠

الفسيولوجي ٢٦١

التأثير الفسيولوجي للملوحة العالية ٢٦١

النمو النباتي ٢٦١

خاصية اللذع ٢٦١

الحصاد والتداول والتخزين ٢٦٢

النضج والحصاد ٢٦٢

التداول ٢٦٢

التخزين ٢٦٣

الآفات ومكافحتها ٢٦٣

الأمراض ٢٦٣

الحشرات والأكاروس ٢٦٤

المراجع ٢٦٥

الفصل الأول

تعريف بالخس وأهميته وأصنافه

يعتبر الخس Lettuce أهم محاصيل الخضر التى تتبع العائلة المركبة Compositae، أو عائلة عباد الشمس Sunflower Family، وهى التى تعرف علميًّا (رسميًّا) بالاسم Asteraceae.

تعريف بالعائلة المركبة

تعد العائلة المركبة واحدة من أكبر العائلات فى المملكة النباتية؛ فهى تضم نحو ٨٠٠ جنس، وحوالى عشرين ألف نوع، معظمها نباتات عشبية حولية، أو معمرة، وبعضها شجيرية. وتتميز بعض نباتاتها باحتوائها على اللبن النباتى latex.

تكون الأزهار كاملة غالبًا .. إلاّ أن بعض نباتاتها وحيدة الجنس وحيدة المسكن، وبعضها الآخر وحيدة الجنس ثنائى المسكن .. والنورة فى العائلة المركبة هامة capitulum (أو رأس head). تتكون الزهرة من خمس سبلات حرشفية، وخمس بتلات ملتحمة على شكل أنبوبة تحمل على قمة المبيض، وخمس أسدية تحمل على التويج، ومبيض سفلى، وقلم واحد ينتهى بميسمين. ويكون التلقيح إما ذاتيًّا وإما خلطيًّا.

تتكون الثمرة فى العائلة المركبة من غرفة واحدة، وتكون جافة عند النضج، وهى التى يطلق عليها – مجازًا – اسم البذرة، ولكنها ثمرة حقيقية فقيرة achene. والثمرة جالنة، ويكون لها منقار أحيانًا. والبذور لا إندوسبرمية (Purseglove ١٩٧٤).

تعريف بالخس وأهميته

الأصناف النباتية

يعرف الخس – علميًّا – بالاسم .*Lactuca sativa* L (يتبع الجنس *Lactuca* حوالى ٣٠٠ نوع). ويوجد مدى واسع من الاختلافات المورفولوجية بين طرز الخس المختلفة؛

لذا فإنها تقسم إلى أربعة أصناف نباتية كما يلى:

١ – خس الرؤوس Head lettuce (أو الخس الكرنبى Cabbage lettuce) – *L. sativa* var. *capitata* L.:

تدخل – تحت هذا الصنف النباتى – مجموعتان من الأصناف التجارية، هما: خس الرؤوس ذو الأوراق النضرة السهلة التقصف crisp head، وخس الرؤوس ذو الأوراق الدهنية butter head تتميز المجموعة الأولى برؤوسها الصلبة، مثل: جريت ليكس Great Lakes، ونيو يورك New York وتتميز المجموعة الثانية بأن رؤوسها أقل صلابة، وبأن أوراقها ناعمة القوام، ودهنية المظهر (ولكنها ليست دهنية الملمس)، مثل: هوايت بوسطن White Boston.

٢ – خس الرومين Romaine lettuce (أو Cos lettuce) – *L. sativa* var. *longifolia* Lam.

يتميز هذا الصنف النباتى بأوراقه الطويلة الضيقة القائمة التى تكون رأسًا مقفلة طويلة كما فى الصنف التجارى هوايت باريس White Paris

٣ – الخس الورقى Leaf lettuce (أو الملتف Curled lettuce) – *L. sativa* var. *crispa* L.

يتميز هذا الصنف النباتى بأن أوراقه لا تكون رأسًا مقفلة، وإنما تزدحم وتندمج مع بعضها البعض لتكون رأسًا سائبة loose head وأوراق بعض أصنافها مجعدة بشدة وملتفة curled، ومهدبة fringed، كما فى. سالاد بول Salad Bowl، وجراند رابيدز Grand Rapids

٤ – الخس الهليونى Asparagus lettuce (أو خس الساق Stem lettuce) – *L. sativa* var. *asparagina* Bailey:

تتميز الأصناف التجارية التى تتبع هذا الصنف النباتى بأن لها ساقًا كبيرة متشحمة، وهى التى يزرع من أجلها المحصول، وتنتشر زراعتها فى آسيا. ومن أمثلتها: الصنف سلتس Celtuce (George ١٩٨٥).

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن الموطن الأصلى للخس فى منطقة البحر الأبيض المتوسط، وأغلب الظن أنه

نشأ فى مصر، ويبدو أنه زرع – أول مرة – منذ نحو ٤٥٠٠ سنة بواسطة قدماء المصريين؛ فقد وجدت على جدران معابدهم نقوش لأوراق من الخس تشبه الخس البلدى (وهو من مجموعة الخس الرومين). وكان الخس رمزا للمعبود (مين) إله التناسل عند قدماء المصريين. ويعتقد أنهم كانوا أول من زرع الخس كمحصول بذرى للحصول على الزيت (استينو وآخرون ١٩٦٣، و Ryder & Whitaker ١٩٧٦، و Ryder ١٩٨٦).

وفى غير مصر ذكر الخس لدى الفرس (منذ حوالى ٥٥٠ سنة قبل الميلاد)، والإغريق (عام ٤٢٠ قبل الميلاد)، والرومان (عام ٤٢)، والصين (القرن الخامس).

وتسود زراعة طراز الرومين فى حوض البحر الأبيض المتوسط، بينما يسود طراز خس الرؤوس ذات المظهر الدهنى فى شمال أوروبا. ومنذ أواخر سبعينيات القرن الماضى بدأت تنتشر – كذلك – فى أوروبا زراعة أصناف طراز خس الرؤوس ذات الأوراق الغضة المتقصفة، وخاصة فى المملكة المتحدة والدول الاسكندنافية، ويبقى الخس الرومين هو الأكثر انتشارًا فى جنوب أوروبا. وقد كان خس الرؤوس ذات المظهر الدهنى هو الأكثر انتشارًا فى الولايات المتحدة فى بداية القرن العشرين، ثم حدث تحول نحو خس الرؤوس ذات الأوراق الغضة المتقصفة، ولكن مع بداية الثمانينات حدث تحول آخر نحو بعض الطرز الأخرى (مثل ذات المظهر الدهنى والطراز الورقى) التى أصبحت تحتل حاليًّا حوالى ٣٠٪ من الإنتاج الكلى للخس فى الولايات المتحدة بعد أن كانت لا تشكل سوى ٥٪ منه فى منتصف القرن الماضى (Ryder ١٩٩٩).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

يزرع الخس لأجل أوراقه التى تؤكل طازجة، وهو يعد أحد محاصيل السلطة Salad Crops. يحتوى كل ١٠٠جم من أوراق الخس الرومين – وهو الأكثر شيوعًا فى الوطن العربى – على المكونات الغذائية التالية: ٩٤ جم رطوبة، و ١٨ سعرًا حراريًّا، و١,٣ جم بروتينًا، و ٠,٣ جم دهونًا، و ٣,٥ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٧ جم أليافًا، و ٠,٩ رمادًا، و ٦٨ مجم كالسيوم، و ٢٥ مجم فوسفورًا، و ١,٤ مجم حديدًا، و٩ مجم صوديوم، و ٢٦٤ مجم بوتاسيوم، و١١ مجم مغنيسيوم، و ١٩٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٥ مجم ثيامين، و ٠,٠٨ مجم ريبوفلافين، و٠,٤ مجم نياسين، و ١٨ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣).

مما تقدم يتضح أن الخس من محاصيل الخضر الغنية جدًا بالنياسين، ويعد غنيًا - نسبيًا - بالكالسيوم، ومتوسطًا في محتواه من الحديد، وفيتامين أ، والريبوفلافين.

هذا . وتتباين طرز الخس في محتوى أوراقها من بعض العناصر الغذائية، كما يظهر في جدول (١-١) الذى يتضح منه الانخفاض النسبى لطراز خس الرؤوس ذات الأوراق الغضة السهلة التقصف في مختلف العناصر الغذائية، والارتفاع النسبى لكل من طراز الأوراق ذات المظهر الدهنى في الحديد والبوتاسيوم، وطراز الرومين والطراز الورقى فى كل من الكالسيوم والبوتاسيوم وفيتامين أ وحامض الأسكوربيك، وينفرد طراز الرومين بارتفاع محتواه من الفوسفور. وبالمقارنة بكل من الهندباء والشيكوريا نجد أن الهندباء تفوق الخس بكل طرزه في الفوسفور، والبوتاسيوم، وفيتامين أ، بينما تتفوق الشيكوريا على الجميع في محتواها من جميع العناصر الغذائية.

جدول (١-١): مقارنة بين طرز الخس، والهندباء، والشيكوريا الخضراء في محتواها من بعض العناصر الغذائية (Ryder ١٩٩٩)

المحصول والطراز	المعادن (مجم/١٠٠ جم وزن طازج)				فيتامين أ	حامض أسكوربيك
	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	البوتاسيوم	(وحدة دولية/١٠٠جم)	(مجم/١٠٠جم)
الخس						
Crisphead	٢٢	٢٦	١,٥	١٦٦	٤٧٠	٧
Butterhead	٣٥	٢٦	١,٨	٢٦٠	١٠٦٥	٨
Romaine	٤٤	٣٥	١,٣	٢٧٧	١٩٢٥	٢٢
Leaf	٦٨	٢٥	١,٤	٢٦٤	١٩٠٠	١٨
الهندباء	٦٦	٤١	١,٣	٣٠٤	٢١٤٠	٨
الشيكوريا الخضراء	٩٣	٤٣	٠,٩	٤٢٠	٤٠٠٠	٢٤

ومع اكتمال تكوين رؤوس الخس في خمسة أصناف من طراز الـ Iceberg . كان محتواها من مختلف العناصر الغذائية، كما يلى (لكل ١٠٠ جم وزن طازج): ١,٩ ± ٠,٥ مجم حامض أسكوربيك، و ٣٤ ± ٠,٠٧ مجم بيتا كاروتين، و ٤١ ± ٠,٠٧ مجم ليوتين lutein، و ١,٢٣ ± ٠,١٧ مجم سكريات مختزلة. وقد انخفض محتوى الخس من جميع تلك المكونات الغذائية مع تقدم النباتات في التكوين باستثناء السكريات المختزلة التي ازداد محتواها (Drews وآخرون ١٩٩٧).

ورغم أن الخس يأتي ترتيبه السادس والعشرين فى القيمة الغذائية بين محاصيل الخضر والفاكهة الرئيسية، إلاّ أن استهلاكه بكميات كبيرة – نسبيًا – يقفز به إلى المركز الرابع بعد الطماطم، والبرتقال، والبطاطس من حيث الأهمية الغذائية (بالنسبة للمستهلك الأمريكى).

هذا .. وتوجد استعمالات أخرى أقل أهمية للخس. فتصّنع من أوراقه سجائر خالية من النيكوتين، وتعد بذور أحد طرازه الشائعة فى مصر مصدرًا لزيت صالح للاستعمال، ويستخرج من اللبن النباتى للنوع *L. virosa* L. أحد العقاقير المنومة (عن Ryder ١٩٨٦).

الأهمية الاقتصادية

بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالخس فى مصر عام ٢٠٠٠ حوالى ١٤٣٨٦ فدانًا، وكان متوسط محصول الفدان حوالى ١٢,١ طنًا. وكانت أكثرية المساحة المزروعة (٨١٪) فى العروة الشتوية، بينما زرعت مساحة أقل (١٤,٤٪) فى العروة الصيفية، ولم تزرع سوى نسبة قليلة من المساحة الإجمالية (٤,٦٪) فى العروة الخريفية. وكان متوسط محصول الفدان أعلى ما يمكن فى العروة الخريفية والصيفية (١٢,٢ طنًا)، فالشتوية (١١,٥ طنًا) (الإدارة المركزية للبساتين والمحاصيل الحقلية – وزارة الزراعية واستصلاح الأراضى ٢٠٠١).

ويذكر Ryder (١٩٨٦) أنه توجد سوق تصديرية للخس فى الدول الأوروبية؛ فقد كانت أصناف خس الرؤوس ذى الأوراق الدهنية المظهر هى أكثر الأصناف انتشارًا فى دول أوروبا الغربية، ولكن ظهر منذ بداية الثمانينيات طلب متزايد على أصناف خس الرؤوس ذى الأوراق النضرة السهلة التقصف، خاصة: فى المملكة المتحدة، والدول الإسكندنافية، وألمانيا، وغيرها من دول أوروبا الغربية. ورغم أن بعض احتياجات هذه الدول يتم توفيره حاليًا من الزراعات المحلية .. إلاّ أن معظم احتياجاتها من هذه النوعية من الخس يتم استيراده من الخارج.

الوصف النباتى

الخس نبات عشبى حولى.

الجذور

ينمو الجذر الأولى للخس في الظروف المناسبة، بمعدل حوالى ٢,٥ سم يوميًا إلى أن يصل إلى نحو ١٨٠ سم طولاً، أو أكثر عند بداية إزهار النبات، لكن المتوسط العام للعمق الذى تصل إليه جذور الخس يبلغ حوالى ١٥٠ سم. تنتشر معظم الجذور فى الستين سنتيمترًا السطحية من التربة، وتنشأ معظم الجذور الجانبية فى الثلاثين سنتيمترًا السطحية فقط، ولا تنتشر كثيرًا. هذا .. إلاّ أن زراعة الخس بطريقة الشتل تؤدى إلى قطع الجذر الأولى عند (تقليع) النبات لشتله. ويتبع ذلك تكون الجذور الجانبية فى صفين متقابلين على الجزء المتبقى من الجذر الرئيسى.

تزداد كثافة جذور الخس في الخمسين سنتيمترًا العلوية من التربة، بينما تنخفض كثافة النمو الجذرى الطولى إلى أقل من ٠,٥ سم/سم٣ من التربة فى الأعماق الأكبر من ذلك. وقد قدر النمو الجذرى الطولى الكلى بين ٢٠٦٠، و ١٧٧٠٠م فى كل متر مربع من التربة حتى عمق ٧٥ سم. وعندما كان الرى بطريقة الغمر السطحى عبر قنوات الخطوط انتشرت الجذور فى كل الخمسين سنتيمترًا السطحية من التربة تحت الخطوط وقنواتها، ولكن بكثافة أكبر تحت الخطوط حتى عمق ١٥ سم. أما عندما كان الرى بطريقة التنقيط تحت السطحى فإن النمو الجذرى كان محدودًا وبكثافة أكبر تحت الخطوط منه تحت قنوات الخطوط، مع تركيز النمو الجذرى حتى عمق ١٥ سم (Jackson & Stivers ١٩٩٣).

الساق والأوراق

تكون ساق الخس قصيرة في موسم النمو الأول، حيث لا يزيد طولها عن ١٠ سم. وتستطيل الساق فى موسم النمو الثانى – أى عند الإزهار – ويصل طولها إلى ٤٠–١٢٠ سم حسب الأصناف.

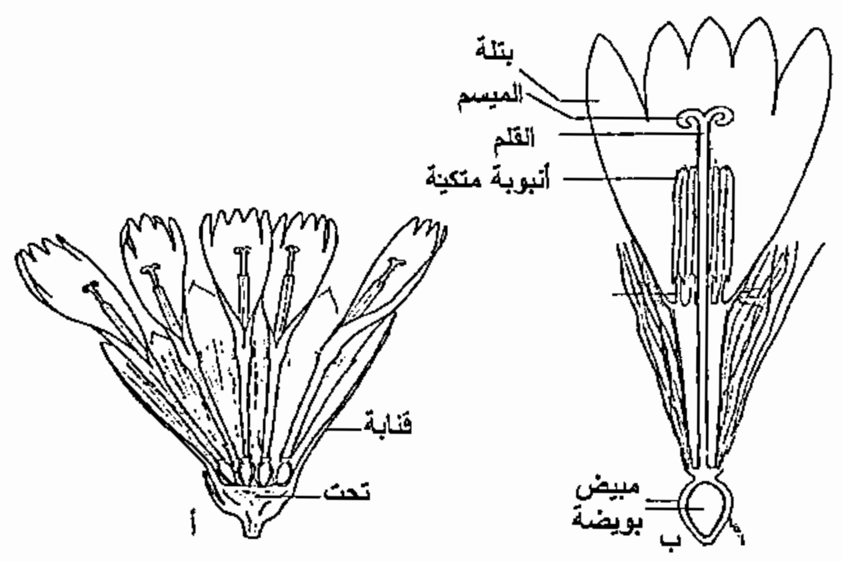
تنمو الأوراق متزاحمة ومتبادلة على ساق النبات القصيرة. تكون الأوراق الأولى كبيرة الحجم وغير ملتفة. أما الأوراق التى تتكون بعد ذلك .. فقد تلتف التفافًا كاملاً وتكون رؤوسًا مندمجة، أو تتجه بقمتها فقط نحو المركز لتكون رأسًا هشة، أو تنمو متباعدة وغير ملتفة. تختلف الأوراق فى شكلها ولونها وحجمها حسب الصنف. يوجد بإبط كل

ورقة برعم، وينمو أغلبها فى موسم النمو الثانى، ليكون شماريخ زهرية. وتكون الأوراق التى تنمو على الشمراخ الزهرى سميكة، وصغيرة الحجم وتكثر قرب قاعدة الشمراخ.

الأزهار

يصل طول الحوامل النورية بفروعها إلى ٦٠-١٢٠ سم أو أكثر حسب الصنف. تتكون كل نورة (وهى Panicle) من عنقود من الرؤوس heads (أو الهامات capitula – المفرد هامة capitulum)، تتكون كل منها من ١٥-٢٥ زهرة أو أكثر. وأكبر الرؤوس حجمًا هى تلك التى توجد بقمة النورة، وتوجد الباقيات فى نهاية عدد من الأفرع النورية. وتحاط النورة بمجموعة من القنابات، يطلق عليها اسم القلافة involucre. ويمكن أن يستمر الإزهار فى النبات الواحد لمدة شهرين أو أكثر من ذلك.

إن أزهار الخس كاملة (شكل ١-١)، ولها تويج شريطى الشكل، ذو لون أصفر، أو أبيض مائل إلى الأصفر. يتكون المتاع من مبيض ذى مسكن واحد، وقلم واحد، وميسم ذى فصين. وللزهرة خمسة أسدية تتصل بقاعدة التويج، وتلتحم المتوك معًا لتكون أنبوبة سدائية تحيط بالقلم. ويغطى ميسم الزهرة وقلمها بزغب خفيف.



شكل (١-١): تركيب زهرة الخس: (أ) قطاع طولى فى مجموعة من الأزهار، (ب) قطاع طولى فى زهرة واحدة (عن McGregor ١٩٧٦).

تكون أولى الأزهار تفتحًا هى تلك التى توجد فى قمم العناقيد الجانبية، وفيما عدا ذلك لا توجد أى علاقة بين وضع الأزهار وتفتحها.

يؤدى نمو البراعم الزهرية إلى تفتح أوراق القلافة التى تحيط بالرأس. ويزداد النمو بصورة ملحوظة خلال اليوم السابق لتفتح الأزهار. وفى صباح اليوم التالى .. تستطيل الأزهار وتتفتح كاشفة الأنبوبة السدائية. ويكون إزهار الخس فى موجات، وتظهر الموجة الثانية بعد الأولى بنحو ثلاثة أسابيع.

التلقيح

تتفتح المتوك نحو الداخل قبل استطالة القلم، ويكون تفتحها مع تفتح الزهرة فى الصباح. ويحدث أثناء استطالة القلم أن تلتقط الشعيرات التى توجد به حبوب اللقاح من المتوك. كما يبتعد فى الوقت نفسه فصا كل متك، وهو ما يؤدى إلى سقوط حبوب اللقاح على سطح الميسم. ويعقب ذلك انفراج المتك نحو الخارج، وهو ما يؤشر على انتهاء فترة قابليتها لاستقبال حبوب اللقاح.

تتفتح جميع أزهار الرأس الزهرية مرة واحدة، ويحدث ذلك بعد الشروق بقليل وتبقى الأزهار متفتحة لفترة قصيرة، تصل إلى نصف ساعة فقط فى الأيام الدافئة المشمسة، وتزيد إلى نحو ساعتين فى الجو الملبد بالغيوم (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤، Ryder ١٩٨٦).

ونظرًا لأن النشاط الحشرى يقل كثيرًا فى الظروف التى تبقى فيها الأزهار متفتحة لفترة طويلة نسبيًا فإن فرصة التلقيح الخلطى تقل بدرجة كبيرة والتلقيح فى الخس ذاتى بدرجة عالية (أكثر من ٩٩٪)، إلاّ أنه قد يحدث التلقيح الخلطى أحيانًا بنسبة يمكن أن تصل إلى ٣٪ (Shoemaker ١٩٥٣)، ويحدث ذلك خاصة عند سقوط الأمطار وقت تفتح الأزهار، حيث تعمل الأمطار على إزالة حبوب اللقاح التى توجد على المياسم، وقد تأتى الحشرات بعد ذلك بحبوب لقاح من نباتات أخرى. هذا .. ولا يوجد أى دليل على أن زهرة الخس تفرز رحيقا، إلاّ أن بعض الحشرات – ومنها النحل – تزور أزهار الخس أحيانًا لجمع حبوب اللقاح، ولكنها تفشل فى إحداث التلقيح بسبب تركيب الزهرة. وحبوب اللقاح لزجة ولا تنتقل بواسطة الهواء (عن McGregor ١٩٧٦)

الثمار والبذور

يطلق على ثمار الخس – مجازًا – اسم البذور. تحتوى كل ثمرة على بذرة واحدة فقيرة achene تنضج بعد حوالى ١٢ يومًا من تفتح الزهرة، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة. يختلف لون بذرة الخس من الأبيض الكريمى إلى البنى القاتم، ومن الرمادى الفاتح إلى الأسود، وهى ذات نهاية مسحوبة، وشكلها مغزلى، وبها ثلاثة ضلوع طولية.

وللتفاصيل المتعلقة ببيولوجى التلقيح والإخصاب ونضج البذور فى الخس .. يراجع Jones & Rosa (١٩٢٨).

الأصناف

تقسيم الأصناف

تقسم أصناف الخس إلى مجاميع تنتمى إلى أصناف نباتية مختلفة، كما يلى:

١ – خس الرؤوس Head Lettuce:

ينتمى خس الرؤوس إلى الصنف النباتى *L. sativa* var. *capitata L.*، وتتبعه ثلاث مجموعات من الأصناف هى كما يلى:

أ – خس الرؤوس ذو الأوراق النضرة السهلة التقصف Crisphead:

تكوّن هذه المجموعة رؤوسًا صلبة بالتفاف الأوراق حول بعضها بطريقة منتظمة وتتميز بأن أوراقها قابلة للتقصف brittle، وبأن العرق الوسطى للورقة واضح ومميز Prominent. تتحمل أصناف هذه المجموعة عمليات التداول أثناء الحصاد والإعداد للتسويق والشحن، ورؤوسها مندمجة وصلبة. وهى لا تزرع إلاّ فى أفضل المناطق لإنتاجها، نظرًا لإمكان شحنها للمستهلك لمسافات بعيدة.

يعرف الخس الـ crisphead فى مصر باسم "الكابوتشا"، وكذلك باسم "النابوكا"، نسبة إلى أحد الأصناف الذى يعرف باسم نابوكا Nabucco.

كذلك يعرف الخس الـ crisphead فى النشاط التجارى للخس باسم iceberg، ولكن يجب عدم الخلط بين هذا المصطلح وصنف الخس Iceberg – الذى لا تنتشر زراعته حاليًا – ، و الذى ينتمى إلى الخس الـ Batavia.

وقد كان الصنف جريت ليكس Great Lakes هو أول ما أنتج من أصناف الخس الـ crisphead، وهو يتميز برؤوسه الكبيرة الحجم والتى قد يصل وزنها إلى كيلو جرام.

يمر النمو النباتى لأصناف الخس الـ crisphead – بمرحلة النمو المتزاحم للأوراق rosette stage، وتكون الأوراق الأولى طويلة، ولكن الأوراق التى تليها فى التكوين تزداد تدريجيًا فى العرض إلى أن يصبح اتساعها أكبر من طولها عند اكتمال نموها. وفى مرحلة نمو الورقة العاشرة إلى الثانية عشر تأخذ الورقة شكلاً فنجانيًا وتحيط بالأوراق التى تليها فى التكوين، مما يؤدى إلى تكوين رأسًا كروية، وتستمر الرأس فى الزيادة فى الحجم بالامتلاء من الداخل إلى أن تصل إلى المرحلة المناسبة للحصاد. وإذا لم تحصد الرأس حينئذ فإنها تتجه نحو الإزهار باستطالة الساق الداخلية.

تتباين الأصناف المختلفة فى قوام أوراقها بين شديدة التقصف (كما فى طراز الجريت ليكس) والأقل قابلية للتقصف (كما فى طراز ساليناس Salinas، والفانجارد Vanguard)، وفى لون أوراقها الخارجية بين الخضراء الفاتحة والخضراء الداكنة، ولون أوراقها الداخلية بين البيضاء والكريمية الصفراء (Ryder ١٩٩٩).

ويقسم خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة (الـ crisphead) إلى ثلاث تحت مجموعات كما يلى:

(١) الخس الإمبريال Imperial.

تتميز أصنافها برؤوسها الكبيرة، ولونها الأخضر المتوسط الخضرة، وكثرة الأوراق المغلفة للرأس، كما أن أوراقها مجعدة، وذات حافة كاملة.

(٢) الخس الجريت ليكس Great Lakes:

تتميز أصنافها برؤوسها الكبيرة الصلبة جدًا، ولونها الأخضر القاتم، وعدم وجود أوراق مغلفة للرأس، كما أن أوراقها سميكة، وسهلة التقصف، وذات حافة كاملة، ونباتاتها بطيئة الإزهار، ومقاومة لاحتراق حواف الأوراق.

(٣) الخس الفانجارد Vanguard:

تتميز بأوراقها الخضراء الشاحبة الغضة، وحوافها المتموجة، وعروقها غير البارزة. من أمثلتها الصنفان: فانجارد، وفالفردى Valverde.

(٤) الخس الإمباير Empire:

تتميز بأوراقها الخضراء الفاتحة (المشرشرة)، ورؤوسها المخروطية الشكل، وعروق أوراقها غير البارزة (Seelig ١٩٧٠، و Ryder ١٩٨٦).

ب - خس الباتافيا Batavian:

يعرف الخس الباتافيا أو الباتافيان Batavian بأنه تحت طراز من الـ crisphead، وقد نشأ في أوروبا حيث تشيع زراعته، ويختلف عن الـ Crisphead العادى فى أن رؤوسه أصغر منه حجمًا، وأقل صلابة، وأكثر تباينًا في الشكل، وهي وسط بين الـ crisphead والـ butterhead.

جـ - خس الرؤوس ذات الأوراق الدهنية المظهر Butterhead:

تعرف أصناف هذه المجموعة في مصر بالخس "اللاتوجا"، وهى كلمة تعنى "خس" بالإيطالية (استينو وآخرون ١٩٦٣) تتميز هذه المجموعة بأن الرؤوس أقل صلابة وأصغر حجمًا مما في المجموعة الأولى تتكون الرؤوس بالتفاف الأوراق حول بعضها البعض بطريقة منتظمة. والأوراق ناعمة، وغضة، وذات مظهر دهنى، ولكن ملمسها ليس دهنيًا ويكون العرق الوسطى للورقة أصغر، وأقل ظهورًا مما في المجموعة الأولى.

يمكن أن تتمزق الأوراق أو تتقصف بسهولة، وسرعان ما يتغير لون الأنسجة الممزقة إلى اللون الأسود قبل وصول المحصول للأسواق؛ لذا فإنها لا تصلح للشحن لمسافات بعيدة. كما أنه يجب تداولها بحرص في الأسواق المحلية

نشأ خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى - كذلك - في أوروبا، وأصبح أكثر الطرز انتشارًا فيها، ويعرف منه في أوروبا تحت طرازين، وهما: الصيفى (الذى يزرع فى الحقول المكشوفة) ورؤوسه كبيرة الحجم (تزن حوالى ٣٥٠ جم عند اكتمال نموها)، وممتلئة جيدًا، وبطيئة الإزهار عن تحت الطراز الآخر وهو الشتوى (الذى يزرع فى البيوت المحمية)، ورؤوسه أصغر حجمًا (تزن حوالى ١٥٠-٢٠٠ جم عند اكتمال تكوينها)، وأقل امتلاء.

ويعرف في الولايات المتحدة - كذلك - تحت طرازين من خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى، هما: تحت طراز بوسطون Boston، وأوراقه أبهت لونًا وأنعم قوامًا من تحت

الطراز الآخر ببٌ Bibb، وهو أصغر حجمًا وأوراقه خضــراء داكنــة اللـون. وعمومًـا فـإن الأوراق الخارجية في تحت الطرازين أبهت مما في الخس الـ Iceberg، بينما يميل لون الأوراق الداخلية فيهما إلى الاصفرار.

ومن أهم أصناف خس الرؤوس ذات الأوراق الدهنية المظهر فى مصـر خـس اللاتوجـا الشائع في الزراعة، والأصناف الأجنبية: بج بوسطون Big Boston، وهوايـت بوسـطون White Boston.

٢ – خس الرومين Romaine Lettuce (أو Cos Lettuce):

ينتمى خس الرومين إلى الصنف النباتى *L. sativa* var. *longifolia* Lam.، وهو يــزرع منذ القدم – كما أسـلفنا – فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسـط وقـد جـاء اسـم هـذا الطراز من اسم جزيرة Kos التى تقع شرق البحر الأبيض بالقرب من تركيا.

يتباين لون أوراق هذا الطراز بين الأخضر الضارب إلى الاصفرار إلى الأخضــر الداكـن، وأوراقه طويلة ورفيعة ومتصلبة قليلاً، وتأخذ الأوراق والرأس شكلاً قائمًا، وأحيانًا تكـون الرأس مبططة، وقد تكون برملية الشكل أو مخروطية. والأوراق خشـنة ومعظمـها أخضـر اللون بسبب الطبيعة المفتوحة نسبيًا للرأس، ولكنها غضـة وحلـوة الطعـم، وأقـل قابليـة للتقصف من أوراق خس الرؤوس. أما الأوراق الداخلية فإن لونها يكون ضاربًا إلى الصفرة. وهى أفضل الأصناف من حيث النوعية، ولا تتحمل الشحن لمسافات بعيـدة. ويمكـن أن يبلغ وزن الرأس الواحدة ٧٥٠ جرامًا.

ويندرج تحت الخس الرومين طرازين رئيسيين، هما:

أ – الأصناف ذات الرؤوس المقفلة ذاتيًّا Self Closing:

تتميز هذه الأصناف بأن أطراف أوراقها تنحنى قليلاً نحو الداخـل، فتتكـون نتيجـة لذلك رؤوس هشة، وتكون أوراقها الداخلية غير معرضــة للضـوء، وبيضـاء اللـون بصـورة واضحة. ومن أمثلتها: خس الرومين، والصنف باريس هوايـت Paris White، وبـاريس أيلاندكوز Paris Island Cos.

ب – الأصناف ذات الرؤوس المفككة Loose Closing:

تتميز هذه الأصناف بأنها لا تكون رؤوسًا مغلقة، ولكن تبقى أوراقــها مندمجــة معًـا،

لتكون رأسًا مفككة، يمكن رؤية جميع أوراقها من أعلى. ومن أمثلتها: الخس البلدى، والصنف دارك جرين.

٣ – الخس الورقى Leaf Lettuce:

ينتمى الخس الورقى إلى الصنف النباتى *L. sativa.* var. *crispa* L.، وتتميز أصناف هذه المجموعة بأنها لا تكون رأسًا كما فى أى من المجموعتين السابقتين، ولكن تزدحم، وتندمج الأوراق معًا دون أن تلتف حول بعضها البعض باستثناء الأوراق الداخلية الصغيرة.

تتباين أصناف طراز الخس الورقى كثيرًا فى المظهر؛ فهى قد تكون عريضة، أو مفصصة، أو بشكل ورقة البلّوط، أو طويلة، كما قد يكون النمو النباتى مبططًا أو على شكل نمو ورقى متزاحم (وردى rosette)، وقد تكون حافة الأوراق كاملة أو شديدة الشرشرة، وقد تكون خضراء اللون كلية أو مع درجات متنوعة من الاصفرار، وقد تحتوى على صبغة الأنثوسيانين بدرجات متفاوتة. وقد يكون النمو الورقى مندمجًا أو مفتوحًا. وفى درجات الحرارة المنخفضة قد تكوّن الأصناف ذات النمو الورقى المندمج رأسًا بدائية (Ryder ١٩٩٩).

تتحمل نباتات الخس الورقى الشحن بصورة جيدة، وتزرع فى الجو الحار نسبيًّا لبطء إزهارها، وتشتمل على أهم أصناف الزراعات المحمية، والتى من أهمها: بلاك سيدد سمسون Black Seeded Simpson، وجراند رابيدز Grand Rapids، وسالادوبال Salad Bowl، وأوك ليف Oak leaf، وسلوبولت Slow Bolt.

٤ – الخس الساقى Stem Lettuce:

يعرف الخس الساقى – كذلك – باسم الخس الهليونى asparagus lettuce، وهو ينتمى إلى الصنف النباتى *L. sativa* var. *asparagina* Bailey، ويزرع لأجل سيقانه التى تستطيل أثناء نمو الأوراق عليها، ويتراوح قطرها بين ٥، و ٧ سم. الأوراق طويلة، وقد تكون ضيقة أو عريضة مثل خس الرومين. تُزال الأوراق وتؤكل السيقان طازجة أو مطبوخة (مرسى والربيع ١٩٦٠، و Thompson ١٩٥٧، و Seeling ١٩٧٠، و Purseglove ١٩٧٤).

وتبعًا لـ Ryder (١٩٩٩) فإن الخس الساقى تنتشر زراعته فى مصر ودول شرق البحر الأبيض المتوسط وأنه كان يزرع بواسطة قدماء المصرين. وقد صنَّف Ryder الصنف البلدى المصرى ضمن هذا الطراز، ولكن من المعلوم لدينا أن الخس البلدى يزرع أساسًا لأجل أوراقه، كما أن ساقه لا تستطيل بالصورة الكبيرة التى أوضحها Ryder (١٩٩٩) فى كتابة (صفحة ٢٣) إلاَّ عندما تبدأ النباتات فى الاتجاه نحو الإزهار (الحنبدطة) عند ارتفاع درجة الحرارة فى نهاية الموسم.

ويعتبر الصنف سلتس Celtuce – الذى تنتشر زراعته فى الصين - من أهم أصناف الخس الساقى.

وإلى جانب مجاميع الخس وطرزه التى أسلفنا بيانها، فإنه يعرف – كذلك – من الخس، ما يلى:

١ – المسكلَن Mesclun:

يطلق مصطلح المسكلَن على مزيج من الخضر الورقية الطازجة الغضة تتباين فى القوام والطعم واللون، وتتم زراعتها، وحصادها، وتسويقها معًا وهى مختلطة بعضها ببعض يتم حصاد هذا المزيج بطريقة الحش، وتترك النباتات لتنمو من جديد.

تتباين مكونات هذا المزيج، ولكنها تتضمن ما لا يقل عن ستة من طراز الخس (من بين الباتافيان، والرؤوس ذات الأوراق الدهنية الملمس، وذات الأوراق السائبة، وذات الأوراق الحمراء، وورقة البلّوط، والرومين) والنباتات الأخرى ذات الأوراق الخضراء (مثل. الشيكوريا، وأذرة السلاطة، والداندليون، والهندباء، والسوريل. والسبانخ، والبقدونس، والكيل، والسلق، وأوراق البنجر، والكرسون المائى، والرجلة، والريحان، والشيف، والفينوكيا).

٢ – خس الزيت:

يكون خس الزيت سريع الحنبطة حيث لا يبقى طويلاً فى مرحلة النمو الورقى المتزاحم. وقد صُنِّف خس الزيت أحيانًا على أنه تابع للنوع *L. serriola*، إلاَّ أن بعض صفاته تدل على أنه طراز بدائى من *L. sativa* ويتميز هذا الطراز بأن أوراقه كبيرة وضيقة، وأن بذوره أكبر حجمًا من بذور الطرز الأخرى بنحو ٥٠٪. ويستخرج من هذه البذور زيتًا يستعمل فى الطهى.

مواصفات الأصناف الهامة

١ – أصناف خس الرؤوس ذات الأوراق النضرة السهلة التقصف:

يعتبر الصنف جريت ليكس Great Lakes أهم أصناف هذه المجموعة، ويوجد منه عديد من السلالات التي أصبحت أصنافًا قائمة بذاتها. وقد سبق ذكر الصفات العامة لهذه الأصناف.

ومن الأصناف الهامة التابعة لهذه المجموعة ما يلي: جريت ليكس ٦٥، وجريت ليكس ميزا ٦٥٩ (شكل ١–٢، يوجد في آخر الكتاب)، وجريت ليكس دزرتس جم Great Lakes Dessert's Gem، وجريت ليكس إميرالد ٤٢٨ Great Lakes Emerald 428، وبن ليك Pennlake، وبن ليك إم تي: Pennlake MT، وكالمار Calmar. وقد جربت هذه الأصناف في الجيزة (كان الشتل في بداية شهر ديسمبر)، وكانت جميعها مبشرة، حيث كونت رؤوسا مندمجة كروية، لونها أخضر فاتح، وكانت من أكثر الأصناف تأخرًا في الإزهار (بحوث غير منشورة للمؤلف). وتعد أصناف جريت ليكس، وكالمار أكثر أصناف هذه المجموعة انتشارًا في الزراعة في كاليفورنيا (Sims وآخرون ١٩٧٨).

ويعد الصنف جولى مناسبًا للزراعة الصيفية في يونيو ويوليو والحصاد في النصف الأول من أغسطس. الرأس صغيرة وكثيفة. النبات شديد المقاومة للشمرخة، ويوصى بزراعته بكثافة عالية.

ومن أصناف الخس الـ crisphead الهامة الأخرى – مقسمة حسب لون الأوراق – ما يلى:

أ – أصناف ذات أوراق خضراء اللون:

Ithaca	Summertime
Target	Fame
Top Gun	Alpha
Warrior	Patriot
Salinas	Empire
Tresor	Vanguard 75

New York	Climax
Crispino	Nabucco
Brogan	Leopard
Jasmin (شكل ١-٣)	Pachina
El Toro	Greenfield
Kaiser	Cisco
Merit	Telda
Mesa 659	Gemini
Excellence	King Crown
Zodiac	

ب - أصناف ذات أوراق حمراء اللون:

Red Coach 74	Rosa Pablo

٢ - أصناف خس الباتافيا Batavian (أو Batavia):

من أهم أصناف خس الباتافيا - مقسمة حسب لون الأوراق - ما يلى:

أ - أصناف ذات أوراق خضراء اللون:

Vanity	Laura
Nevada	Canasta
Cardinale	Loma

ب - أصناف ذات أوراق حمراء اللون:

Sierra (يتحمل الحرارة)	Rossia
Carioca	

٣ - أصناف خس الرؤوس ذات الأوراق الدهنية المظهر:

يعتبر الصنف بج بوسطون من أهم أصناف هذه المجموعة عالميًا، وهو يكون رأسًا جيدة، وأوراقه خضراء اللون، وحافتها متموجة، ويشوبها لون بنى مائل إلى الأحمر، وبذوره بيضاء اللون.

وقد جرّب من أصناف هذه المجموعة فى محطة تجارب كلية الزراعة بالجيزة، كل من: بتر كنج Butter King، وبيب Bibb، ولوحظ أن الصنف الأول كوّن رؤوسًا غير

مندمجة، وكان مبكرًا فى الإزهار، بينما كوّن الصنف الثانى رؤوسًا سائبة صغيرة ذات أوراق خضراء قاتمة اللون.

وتعتبر الأصناف: بيب، وبتر كنش Butter Crunch، ودارك جرين بوسطون Dark Green Boston من أكثر أصناف هذه المجموعة انتشارًا فى الزراعة بكاليفورنيا.

ومن أهم أصناف الخس الـ butterhead الهامة الأخرى – مقسمة حسب لون الأوراق – ما يلى:

أ – أصناف ذات أوراق خضراء اللون:

Divina	Balisto (بطئ الحنبطة)
Dark Green Boston	Butter King
Optima	Little Gem
May Kings	White Boston
Buttercrunch	Bardo
Opera	Stephanie
Attraction	Elisa
Augusta	Prosper (شكل ١–٤)

ب – أصناف ذات أوراق حمراء اللون:

Red Boston	Sangria

ه – أصناف الخس الورقى:

من أهم أصناف الخس الورقى التى جربت زراعتها بنجاح فى كلية الزراعة بالجيزة ما يلى:

أ – جراند رابيدز Grand Rapids:

الأوراق عريضة مجعدة، لونها أخضر مائل إلى الأصفر. النبات كبير الحجم، مبكر الإزهار، والبذور سوداء اللون.

ب – بلاك سيديد سمبسون Black Seeded Simpson:

يشبه الصنف السابق فى النمو النباتي، ولون البذور.

جـ – مجنونيت بى إس Mignonette B. S.:

النبات صغير الحجم، والأوراق سائبة، لونها أخضر مشوب باللون الأحمر.

د – سالا دوبال Salad Bowl:

النبات كبيــر الحجم، والأوراق سائبة، ولونها أخضر فاتح.

هـ – أوك ليف Oak Leaf:

النبات متوسط الحجم، والأوراق سائبة، وتشبه ورق البلوط.

وتعد الأصناف: سالا دوبال، وبلاك سيديد سمبسون، وأوك ليف، وبرايز هيد Prizehead من أكثر أصناف هذه المجموعة انتشارًا في الزراعة بكاليفورنيا. كما يعد الصنف سلوبولت Slowbolt من الأصناف المهمة لهذه المجموعة، وهو ذو أوراق عريضة، ويتحمل درجات الحرارة المرتفعة نوعًا.

ومن الأصناف الهامة الأخرى للخس الورقى – مقسمة حسب طبيعة النمو، وشكل الأوراق ولونها – ما يلى:

أ – خس ورقى عادى ذات أوراق خضراء اللون:

Waldmam's Green	Slobolt (بطئ الحنبطة)
Royal Green	Salad Bowl
Green Ice	Grand Rapids
Black Seeded Simpson	Loriol
	Rachel (شكل ١–٥)

ب – خس ورقى عادى ذات أوراق حمراء اللون:

Prize Head	Garnet
New Red Fire	Red Prize
Deep Red	Arago Red
Royal Red	Redina
Terra	Red Salad Bowl (شكل ١–٦)
Redhead	Red Sails
Red Wave	Rebosa

جـ – خس طراز ورقة البلوط Oak Leaf ذات أوراق خضراء اللون:

Oak Leaf	Krizet
Carthago	Piroga (شكل ١–٧)

د – خس طراز ورقة البلّوط ذات أوراق حمراء اللون:

Brunia	Raisa
Redset	Red Salad Bowl

هـ – خس ورقى ذات رؤوس صغيرة (طراز Bibb lettuce) بالحجم العادى:

Little Gem	Buttercrunch (متحمل للحرارة)
Summer Bibb	Salad Bibb

و – خس ورقى ذات رؤوس صغيرة (طراز Bibb) بالحجم القزمى miniature:
Tom Thumb (يعد كذلك من ذات الملمس الدهنى)

٦ – أصناف خس الرومين:

من أهم أصناف هذه المجموعة – والتى تنجح فى مصر – ما يلى:

أ – الرومين، أو هوايت باريس White Paris:

تنتشر زراعته فى مصر. يكون رؤوسا طويلة غير مندمجة. أوراقه قائمة طويلة نصلها عريض، ولونها أخضر قاتم، وعروقها الوسطى سميكة. بذوره بيضاء اللون.

ب – البلدى:

أكثر أصناف الخس انتشارا فى الزراعة فى مصر. نباتاته قوية النمو، ولا تكون رأسا مندمجة. الأوراق طويلة، والعرق الوسطى سميكة، والبذور سوداء اللون.

جـ – دارك جرين Dark Green:

يتشابه فى النمو والشكل العام مع الخس البلدى، وبذوره بيضاء اللون.

د – فالمين كوز Valmaine Cos:

يتشابه فى المظهر العام مع الخس البلدى. وقد نجحت زراعته فى كلية الزراعة بالجيزة.

ويعد الصنفان: فالمين، وباريس أيلاند Paris Island من أكثر أصناف هذه المجموعة

انتشارًا فى الزراعة بكاليفورنيا، ويعد الصنف الأخير من الأصناف التى توصى وزارة الزراعة به (Sims وآخرون ١٩٧٨، والإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٣).

ومن أصناف خس الرومين العامة الأخرى - مقسمة حسب لون الأوراق - ما يلى:

أ - أصناف ذات أوراق خضراء اللون:

Paris Island Cos	Olga
Valmaine	Green Towers
Corsair	Paris White Cos
Rosalite	Darkland
Fame	Dark Green Cos
Corsica	Romaine Ballon
Lital	Parcos
Velvet (شكل ١-٨)	Sergio
Romulus	Augustus (شكل ١-٩)
Riva	Inor

ب - أصناف ذات أوراق حمراء اللون:

Rubra Cos	Majestic Red

٧ - أصناف الخس الساقى:

يعتبر الصنف سلتس Celtuce (شكل ١-١٠، يوجد فى آخر الكتاب). أهم أصناف الخس الساقى.

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف الخس .. يراجع Thompson (١٩٣٧) بخصوص الأصناف التى أدخلت فى الزراعة قبل عام ١٩٣٧، و Minges (١٩٧٢) بخصوص الأصناف التى أدخلت فى الزراعة فيما بين عامى ١٩٣٧، و ١٩٧٢، و Tigchelaar (١٩٨٠، و ١٩٨٦) بخصوص الأصناف التى أدخلت فى الزراعة بعد ذلك حتى عام ١٩٦٠، و Wehner (١٩٩٩، و ٢٠٠٢).

الفصل الثانى

زراعة الخس وخدمته

التربة المناسبة

ينمو الخس جيدًا فى مختلف أنواع الأراضى من الطميية الرملية إلى الطميية الطينية، كما تنجح زراعته أيضًا فى أراضى البيت Peat، والمك muck (الأراضى العضوية). لكن أفضل الأراضى لزراعته، هى: الطميية، والطميية السلتية، خاصة عند تسميدها جيدًا بالأسمدة العضوية. ولا تفضل زراعة الخس فى الأراضى الثقيلة.

ويجب أن تكون الأراضى المستخدمة فى زراعة الخس جيدة الصرف، وذات سعة حقلية مرتفعة نسبيًّا. ويتراوح pH التربة المناسب للخس من ٦–٧ (Thompson & Kelly ١٩٥٧).

يعتبر الخس متوسط الحساسية للملوحة العالية فى التربة، وتزداد الحساسية للملوحة بصورة خاصة فى مرحلة إنبات البذور، حيث يمكن أن تموت البادرة فى أولى مراحل نموها بفعل الملوحة العالية. وإذا أفلتت النباتات من الموت فى تلك المرحلة فإنها تكون بطيئة النمو، وصغيرة الحجم. وتتسبب الملوحة العالية فى مراحل النمو التالية لذلك فى تجوف أعناق الأوراق، واكتساب أنصال الأوراق الخارجية مظهرًا جلديًّا، وتصبح سهلة الكسر (عن Ryder ١٩٩٩).

تأثير العوامل الجوية

يعتبر الخس من نباتات الجو البارد، حيث تجوز زراعته فى المواسم المعتدلة البرودة. تبلغ درجة الحرارة المثلى لإنبات بذور الخس حوالى ٢١°م، ويمكن للبذور الإنبات فى مجال حرارى يتراوح بين ٤ و ٢٦°م. ويكون الإنبات بطيئًا فى درجات الحرارة المنخفضة، وقد تدخل البذور فى طور سكون حرارى فى درجات الحرارة العالية (٢٦–٣٠°م). ولا تنبت بذور الخس – عادة – فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك.

ينمو نبات الخس جيدًا فى الجو البارد المعتدل الذى تتراوح حرارته بين ١٠ و ٢٠°م، وتتراوح الحرارة المثلى بين ١٨، و ٢٠°م نهارًا، و ١٠، و ١٥°م ليلاً. وتزداد جودة الخس حينما تكون الليالى باردة نسبيًا. وتتحمل النباتات الصقيع إلى حد ما، وتعتبر النباتات الصغيرة أكثر تحملاً للحرارة المنخفضة من النباتات الكبيرة.

ويصاحب الانخفاض الشديد لدرجة الحرارة حدوث التغيرات التالية:

١ – اكتساب الأوراق لونا أخضر قاتمًا، وغطاء شمعيًا واضحًا (heavy bloom).

٢ – زيادة تجعد الأوراق فى الأصناف ذات الأوراق المجعدة.

٣ – ظهور نتوءات سطحية فى قواعد أنصال أوراق الأصناف ذات الأوراق الملساء.

أما ارتفاع درجة الحرارة .. فإنه يؤدى إلى ما يلى:

١ – اتجاه النباتات نحو الإزهار فى حالة ارتفاع الحرارة إلى ٢٥–٢٧°م.

٢ – تدهور صفات الجودة؛ فتصبح الأوراق صلبة، ومرة الطعم، وتتلون حواف الأوراق المسنة باللون الأصفر، وقد تتلون جميع الأوراق باللون الأصفر عندما تكون الحرارة شديدة الارتفاع.

٣ – عدم تكون الرؤوس فى أصناف خس اللاتوجا.

٤ – يقل تجعد الأوراق فى الأصناف ذات الأوراق المجعدة (Shoemaker ١٩٥٣، Yamaguchi ١٩٨٣).

وللرطوبة النسبية العالية أهمية كبيرة فى زيادة معدل النمو النباتى، فقد أوضحت دراسات كل من Tibbitts & Bottenberg (١٩٧٦) على صنف الخس مايكوننجن Mikoningen – وهو من مجموعة أصناف خس الرؤوس الدهنية – أن رفع الرطوبة النسبية للوسط الذى تنمو فيه النباتات من ٥٠٪ إلى ٨٥٪ (مع حرارة مقدارها ٢٠°م، وفترة ضوئية طولها ١٦ ساعة يوميًا) أدى إلى زيادة عدد الأوراق بنسبة ١٥٪، وحجمها بنسبة ٣٠٪، والوزن الكلى للنبات بنسبة ٦٢٪، وإلى ارتفاع نسبة الرطوبة بالأوراق – وهى صفة مرغوبة – من ٩٣٪ إلى ٩٤٪.

التكاثر وطرق الزراعة

التقاوى

يتكاثر الخس بالبذور التى تزرع – غالبًا – فى المشتل أولاً، ثم تشتل فى الحقل

الدائم بعد بلوغها الحجم المناسب للشتل، أو تزرع فى الحقل الدائم مباشرة. يلزم نحو ١٠٠ جم من البذور التى تزرع فى الشتّالات لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان، بينما يلزم ٤٠٠ جم من البذور عند زراعتها فى المشاتل الحقلية. هذا .. بينما يلزم حوالى١٥٠–٢٥٠ جم من البذور غير المغلفة عند الزراعة فى الحقل الدائم مباشرة. وتؤدى المغالاة فى كمية التقاوى إلى زيادة الحاجة إلى إجراء عملية الخف المكلفة.

يحتوى الجرام الواحد من بذور الخس على حوالى ٩٠٠ بذرة.

ويجب اقتصار استعمال التقاوى على البذور التى سبق اختبار خلوها من فيرس موزايك الخس.

وتدخل بذور بعض أصناف الخس فى فترة راحة بعد الحصاد مباشرة، تكون خلالها غير قادرة على الإنبات، كما قد تدخل البذور فى طور سكون ثانوى إذا زرعت فى حرارة تزيد عن ٢٦°م. ويحتاج الأمر إلى معاملات خاصة تجرى للبذور فى مثل هذه الحالات، كأن تحفظ فى قماش مبلل بالماء على ٤–٦°م لمدة ٣–٥ أيام قبل الزراعة. وللتفاصيل الخاصة بموضوع سكون البذور والمعاملات التى تجرى للتغلب عليه .. يراجع فسيولوجيا الخس.

الزراعة بالشتلات

تنتشر زراعة الخس بالشتل فى أنحاء كثيرة من العالم، وفى هذه الحالة يسمح بنمو الشتلات حتى مرحلة الورقة الرابعة؛ الأمر الذى يستغرق – عادة – حوالى ٣٠ يومًا، ثم تشتل على المسافات المرغوبة. وقد يجرى الشتل يدويًا، أو نصف آليًا، أو آليًا. ويعيب الشتل زيادة تكلفته عن الزراعة العادية، وأن النمو الجذرى يكون أكثر سطحية بسبب قطع الجذر الوتدى عند الشتل.

إنتاج الشتلات فى المشاتل الحقلية

يجهز المشتل الحقلى بتقسيم الأرض إلى أحواض صغيرة، أبعادها ١ × ١م، أو ٢ × ٢م، على أن تكون الأرض ناعمة. ويلزم مشتل مساحته ٥٠م^{2} لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان.

تجب العناية برى المشتل على فترات متقاربة حتى تنبت البذور. تبقى النباتات فى المشتل لمدة حوالى ٦–٨ أسابيع من زراعة البذور، حتى يصل طولها إلى نحو ٧–١٠ سم.

إنتاج الشتلات فى الشتالات

تنتج شتلات الخس فى صوانى (شتّالات) ذات عيون أسطوانية صغيرة يوضع بها مخلوط من البيت موس والفيرومبكيوليت ومادة لاصقة. يحيط ذلك المخلوط إحاطة تامة بجذور الشتلة عند إخراجها من الشتّالة، وتكون بذلك على شكل صلية تشبه السدادة، ولذا فإنها تعرف باسم "سدادات المزارع التكنولوجية" Techniculture plugs

تطور إنتاج واستعمال شتلات السدادة فى إنتاج الخس فى كاليفورنيا منذ عام ١٩٨٢. تكون عيون الشتّالة بعمق ٤ سم وبحجم ٤–١٠ مل (سم^{3})، ولا تحتوى خلطة الزراعة فيها على عناصر غذائية بالقدر الكافى لنمو الشتلات؛ ولذا فإنها تحتاج إلى التسميد كل ٢–٥ أيام أثناء نموها.

ومن أهم مميزات هذا النظام لإنتاج الشتلات، ما يلى:

١ — يمكن إجراء الشتل — مبكرًا — بعد ١٠ أيام من زراعة البذور، ولكن يفضل تأخيره إلى أن يصبح عمر البادرات ٢٠ يومًا؛ لأن ذلك يزيد من تجانس رؤوس الخس فى الحجم عند النضج.

٢ — يمكن إنتاج الشتلات بكثافة عالية جدًّا.

٣ — يُسَهل عملية الشتل الآلى.

٤ — لا تزيد نسبة الفشل عند الشتل عن ١٪.

هذا ولم يتأثر وزن الرؤوس الناضجة باختلاف درجة الحرارة التى أنتجت فيها الشتلات بهذه الطريقة، والتى كانت ٢٠/١٠°م، أو ١٥/١٠°م، أو ١٥/٥°م (ليلاً/نهارًا) (Wurr & Fellows ١٩٨٦).

وعلى الرغم من أن استعمال عيون شتّالات كبيرة الحجم (١٩,٣، و ٣٩,٧ سم^{3} مقارنة بالحجمين ١٠,٩، و ١,٩ سم^{3})، وضغط مخلوط الزراعة (مقارنة بعدم ضغط المخلوط) أعطى شتلات أكبر حجمًا، ونظرًا لأن استعمال العيون الصغيرة أدى إلى توفير فى

مخلوط الزراعة المستعمل وفى المساحة المخصصة لإنتاج الشتلات، بينما انخفض المحصول جوهريًّا بمقدار ٨,٦٪ عند استعمال العيون الصغيرة جدًّا (١,٩ سم^{3})؛ لذا .. فإن استعمال العيون الكبيرة جدًّا (٣٩,٧ سم^{3}) وضغط مخلوط الزراعة (الأمر الذى يؤدى إلى زيادة الكمية المستعملة منه) يؤديان إلى زيادة تكلفة الإنتاج دونما عائد (Nicola & Cantliffe ١٩٩٦).

تتميز شتلة الخس الجيدة التى تنتج فى عيون يبلغ حجمها ١٠,٩ سم^{3} بما يلى: تبلغ فيها نسبة الجذور إلى النمو القمى ٠,٢٥، ويتراوح الطول الكلى لنموها الجذرى بين ٢٧٦، ٣٠٦ سم، والمساحة الجذرية الكلية بين ٢٦، و ٣٠ سم٢. يتطلب إنتاج مثل هذه الشتلة فى بيئة مغذية تتكون من مخلوط من البيت موس والفيروميكيوليت أن يحتوى المحلول المغذى المستعمل على الفوسفور بتركيز ١٥ جزءًا فى المليون. هذا .. وينعكس النمو الجذرى الجيد للشتلة على سهولة جذبها من الشتّالة، وسرعة نموها بعد الشتل، وتبكير الحصاد (Soundy وآخرون ٢٠٠١أ).

وبالمقارنة .. فإن مجرد وجود البوتاسيوم فى بيئة مخلوط البيت موس مع الفيرميكيوليت بتركيز لا يقل عن ٢٤ جزءًا فى المليون (وزن/حجم) كان كافيًا لإمداد الشتلات بكل احتياجاتها من العنصر، حيث لم يؤثر تباين تركيز البوتاسيوم فى المحلول المغذى بين صفر، و ٦٠ جزءًا فى المليون على أى من خصائص النمو فى الشتلة أو على محصول النباتات الناتجة منها (Soundy وآخرون ٢٠٠١ب).

الشتل

تشتل نباتات الخس على ريشتى (جانبى) خطوط بعرض ٦٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٢ خطًّا فى القصبتين) وعلى مسافة ٢٠ سم من بعضها البعض. تغرس الشتالات فى وجود الماء، مع مراعاة أن تكون القمة النامية فوق سطح التربة مباشرة. ويجب استبعاد الشتلات الكبيرة؛ لأنها تعطى نباتات صغيرة وضعيفة.

الزراعة بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة

تفضل طريقة زراعة البذور فى الحقل الدائم مباشرة على طريقة الشتل، إلا أن نجاحها يتطلب مراعاة ما يلى:

١ — ألاّ تزرع إلا البذور العالية الحيوية فقط.

٢ — يفضل استعمال البذور المغلفة Pelleted Seeds فى الزراعة.

٣ — الرى بالرش قبل الزراعة؛ للتخلص من الأملاح التى قد تتواجد تحت خط الزراعة.

٤ — الرى بالرش مساء يوم الزراعة؛ بغرض خفض حرارة التربة؛ مما يساعد على الإنبات السريع والمتجانس، مع اتباع طريقة الرى السطحى بعد ذلك.

٥ — ضرورة استعمال مبيدات الحشائش السابقة للإنبات.

٦ — عدم زيادة كثافة الزراعة عما ينبغى؛ بغرض تجنب إجراء عملية الخف المكلفة.

٧ — معاملة البذور والبادرات الحديثة الإنبات بالمبيدات المناسبة؛ لحمايتها من الإصابات المرضية والحشرية.

وباستثناء الخس الورقى الذى يزرع بطريقة الشتل، فإن معظم المساحات المخصصة لإنتاج الخس فى الولايات المتحدة تزرع آليًا بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم، علمًا بأن تلك المساحات تحصد آليًا كذلك.

ومن أهم متطلبات الحصاد الآلى للخس فى المزارع الكبيرة تجانس النمو النباتى لكى تصل النباتات إلى المرحلة المناسبة للحصاد فى وقت واحد؛ الأمر الذى يتطلب تجانس إنبات البذور منذ البداية، ولكن يقف عائقًا أمام تحقيق هذا الهدف خاصيتين لبذور الخس؛ هما: دخول البذور فى حالة سكون ثانوى إذا ما ارتفعت الحرارة — عند زراعتها – إلى ٣٠°م أو أعلى من ذلك، وضرورة تعرض بذور بعض الأصناف للضوء لكى تنبت. وسنتناول هذا الموضوع بالتفصيل تحت فسيولوجى الخس.

هذا .. وتزرع البذور فى الحقل مباشرة بطريقة البذار فى السوائل Fluid drilling، وفيها تستنبت البذور فى ظروف مثالية حتى يبزغ الجذير، ثم تخلط مع مادة جيلاتينية سائلة تتدفق من آلة الزراعة إلى العمق المناسب. ويتم التحكم فى مسافة الزراعة بتحديد عدد البذور فى حجم المادة الجيلاتينية الذى يتوزع على مسافة معينة من خط الزراعة (Bass ١٩٨٠). وتتميز هذه الطريقة بسرعة الإنبات وتجانسه، ولكن يعيبها عدم تجانس مسافة الزراعة (عن Ryder ١٩٩٩).

كذلك يمكن الزراعة مباشرة فى الحقل الدائم باستعمال البذور المغلفة (Roos & Moore ١٩٧٥). ويفيد تغليف البذور فى زيادة كفاءة الزراعة على المسافات المرغوبة، ويقلل من تكاليف الخف، وتقليل نسبة الجور الغائبة وخاصة فى الظروف غير المناسبة. وتتوفر عدة أنواع من أغلفة البذور، كما تزود الأغلفة بمركبات مختلفة تفيد فى مكافحة الذبول الطرى، وتزيد من سرعة الإنبات وقوة نمو البادرات حتى فى ظروف الحرارة العالية. ويعيب استعمال البذور المغلفة أنه يؤدى إلى تأخير الإنبات لنحو يوم أو يومين، إلا أنه يمكن تقصير هذه الفترة باستعمال أغلفة صغيرة، وتوفير رطوبة أرضية كافية حول البذور بعد الزراعة. ويلزم عند اتباع هذه الطريقة (فى كاليفورنيا) ١١٠ جم فقط من البذور (قبل تغليفها) لزراعة فدان (Ryder & Whitaker ١٩٨٠).

تزرع البذور المفردة — آليًا — على مسافة ٥-١٠ سم من بعضها البعض. وتكون كل البذور تقريبًا مغلفة بمواد مختلفة تجعلها كروية الشكل. ويتراوح عمق الزراعة بين الزراعة السطحية تقريبًا والزراعة حتى عمق ١,٢ مم، وتفضل الزراعة السطحية جدًّا عندما تكون الحرارة عالية وقت الزراعة.

يفضل أن تكون زراعة البذور على مصاطب مرتفعة بنحو ٢٥ سم بهدف تحسين تهوية التربة وصرف الماء الزائد، وتقليل الإصابة بأمراض الجذور. تكون الزراعة على المصاطب فى خطوط تبعد عن بعضها البعض بمسافة ٣٠ سم، مع توفير مسافة حوالى ٣٠ سم بين النباتات فى الخط بعد الخف. ويمكن أن تحتوى المصطبة التى يبلغ عرضها من أعلى ١٢٠ سم على ٤ خطوط من النباتات على المسافة المرغوبة مع ترك مسافة ١٥ سم عند كل من حافتى المصطبة.

يلى زراعة البذور مباشرة رش أحد مبيدات الحشائش المناسبة السابقة للإنبات فوق خطوط الزراعة إن لم تكن سبقت المعاملة بمبيدات الحشائش. ويلى ذلك — عادة — رى الحقل بالرش مرة واحدة يوميًا لعدة أيام إلى حين بزوغ البادرات. وفى الجو الحار يكون تشغيل الرشاشات فى نهاية اليوم لتبريد البذور والتربة لتحفيز بداية الإنبات خلال ساعات الليل الأبرد نسبيًا.

وبعد نحو ٣-٤ أسابيع من النمو تخف البادرات على المسافات المرغوبة، وهى

تتراوح – عادة – بين ٢٥، و ٣٠ سم، ويجرى الخف باستعمال فأس صغيرة ذات يد طويلة.

وتبلغ الكثافة النباتية حوالى ٥٠–٧٠ ألف نبات للهكتار (حوالى ٢١–٣٠ ألف نبات/فدان).

مواعيد الزراعة

يزرع الخس ابتداء من أوائل شهر سبتمبر، وتستمر زراعته حتى أوائل شهر نوفمبر. ويمكن تبكير الزراعة أو تأخيرها عن ذلك قليلاً فى المناطق الساحلية.

عمليات الخدمة

الترقيع

يجرى الترقيع أثناء الرية الأولى بعد الشتل، وتستخدم لذلك شتلات من نفس العمر، سبقت زراعتها على القنوات والبتون.

الخف

لا يجرى الخف – بطبيعة الحال – إلا عند الزراعة بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة. ويجب إجراؤه فى المراحل الأولى لنمو البادرات بعد ظهورها ونموها قليلاً، لأن التأخير فى هذه العملية يؤدى إلى جعل النباتات رفيعة، وضعيفة. وتخف النباتات على مسافة ٢٠–٢٥ سم. ويفضل أن يجرى الخف على مرحلتين: تكون الأولى منهما بعد ١٠–١٤ يومًا من الزراعة، وتترك فيها مجموعات من النباتات Clusters على المسافات المرغوبة، ويستعان فى إجرائها بفأس صغيرة، أو تتم آليًا. أما المرحلة الثانية .. فتجرى بعد تكوّن الورقة الحقيقية الأولى، وتخف فيها كل مجموعة من النباتات على نبات واحد فقط. ويمكن الاستعانة بالنباتات المزالة فى الترقيع فى مواقع أخرى. ويعتبر الخف أكثر العمليات الزراعية تكلفة فى حقول الخس (Ware & McCollum ١٩٨٠).

العزيق ومكافحة الأعشاب الضارة

إن الهدف من العزيق هو سد الشقوق، والتخلص من الأعشاب الضارة. ويجب أن

يكون العزيق سطحيًا؛ لأن معظم جذور الخس تكون قريبة من سطح التربة، ويضرها العزيق العميق.

ومن أهم مبيدات الأعشاب الضارة التي تستخدم في حقول الخس ما يلي:

١ — بنيفين Benefin (أو بالان Balan): يستعمل قبل الزراعة (بالبذرة مباشرة)، ويفيد في مكافحة عديد من الحشائش العريضة والضيقة الأوراق، إلا أنه يصلح لمكافحة بعض حشائش العائلة المركبة. تجب إضافة المبيد للتربة على عمق ٥–٧,٥ سم قبل الزراعة مباشرة، كما يجب أن تكون التربة ناعمة، وألا تثار بعد المعاملة.

٢ — بروفام Propham (أو كيمو هو Chemo Hoe): يفيد في مكافحة الحشائش الحولية الشتوية خاصة النجيلية منها. يضاف المبيد قبل زراعة البذور على عمق ٥ سم، على أن يعقب ذلك مباشرة رى الحقل. ويمكن إضافته على صورة محببة بعد الإنبات عند الضرورة.

٣ — بروناميد Pronamide (أو كرب Kerb): يفيد في مكافحة نوعيات مختلفة من الحشائش، لكنها لا تتضمن حشائش العائلة المركبة. يضاف المبيد بعد الزراعة مباشرة مع ماء الرى بالرش. كما يجب تكرار الرى بالرش بعد ٧٢ ساعة أخرى. أما عند اتباع طريقة الرى السطحي .. فيضاف المبيد إلى التربة قبل زراعة البذور. لا تجب زراعة المحاصيل الحساسة للمبيد (مثل القمح) بعد الخس في نفس الحقل.

٤ — بنزيوليد Bensulide (أو بريفار Prefar): يفيد كثيرًا في مكافحة الرجلة، لكنه لا يصلح لمكافحة عديد من الحشائش العريضة الأوراق. يضاف المبيد بعد الزراعة مباشرة مع ماء الرى بالرش، على أن يصل الماء إلى عمق ٥–١٠ سم. كما يمكن إضافته — سطحيًا — إلى التربة قبل زراعة البذور (Univ. Calif. ١٩٨٧).

٥ — يمكن استعمال الباراكوات Paraquat رشًا قبل إنبات المحصول (في حالة الزراعة بالبذور مباشرة في الحقل الدائم) لأجل التخلص من الحشائش الحولية النابتة، وذلك بمعدل ٢٢٥–٤٥٠ جم للفدان، علمًا بأن بذور الخس التي تكون نابتة وقت المعاملة يقضي عليها كذلك (Klingman & Ashton ١٩٧٥).

الرى

يعتبر الخس من الخضروات التى تحتاج إلى توفر الرطوبة الأرضية بانتظام، حتى يكون نمو النباتات مستمرًا دون توقف. ولكن يساعد تقليل الرى قليلاً بعد الشتل على تعمق جذور النباتات فى التربة، ويتم ذلك عمليًّا بتأخير الرية الأولى بعد رية — المحاياة — وهى الرية الأولى بعد الشتل.

ويؤدى تعرض النباتات النامية لنقص فى الرطوبة الأرضية إلى توقف نموها، واكتساب أوراقها ملمسًا جلديًّا ولونًا أخضر قاتمًا. ومن جانب آخر .. فإن زيادة الرطوبة الأرضية تؤدى فى بداية حياة النبات إلى ضعف نموه واصفرار الأوراق، وتؤدى قرب النضج إلى انتشار الأمراض، وسرعة النمو النباتى؛ مما يؤدى إلى زيادة معدل الإصابة باحتراق حواف الأوراق، وهو عيب فسيولوجى. كما تؤدى الزيادة الفجائية فى الرطوبة الأرضية — أثناء تكوّن الرؤوس — إلى تكوّن رؤوس كبيرة، لكنها تكون غير مندمجة، وتلك صفة غير مرغوبة. وتزداد هذه الحالة حدة إذا كانت الزيادة فى الرطوبة الأرضية مصحوبة بارتفاع فى درجة الحرارة. ويعتبر الخس من الخضروات التى يناسبها الرى بالرش.

وعند زراعة الخس بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة فإنه يروى بالرش خلال المراحل المبكرة من النمو، ثم بعد ذلك — وقبل بداية تكوين الرؤوس بقليل — يتم التحول إلى الرى بالغمر عبر قنوات المصاطب. وأحيانًا — وخاصة عندما لا يكون الحقل مستويًا — يستمر الرى بطريقة الرش حتى الحصاد، إلاّ أن ذلك قد يؤدى إلى تفاقم المشاكل المرضية.

كذلك يمكن رى الخس بالتنقيط السطحى أو تحت السطحى، ولكن — حتى عند اتباع هذه الطريقة — فإن الرية الأولى تكون — عادة — بالرش لتحفيز الإنبات، ثم يلى ذلك الرى بالتنقيط (عن Ryder ١٩٩٩).

وأيًّا كانت طريقة الرى المتبعة، فإن المحافظة على رطوبة التربة فى منطقة نمو الجذور عند السعة الحقلية يعطى أعلى محصول من الخس، علمًا بأن الرى بالتنقيط يفضل الرى بالرش (Sutton & Merit ١٩٩٣).

وقد تساوى محصول الخس عندما أجرى الرى بطريقة الرى السطحى عبر قنوات الخطوط مع الرى بالتنقيط تحت السطحى، ولكن الرى بالتنقيط السطحى أعطى محصولاً أقل. وقد كانت كميات مياه الرى المستعملة ٤٣٪، و ٧٤٪ عند اتباع طريقتى الرى بالتنقيط تحت السطحى والرى بالتنقيط السطحى – على التوالى – مقارنة بالرى بالغمر (Hanson وآخرون ١٩٩٧).

وأدى الرى تحت السطحى بالتنقيط إلى خفض شدة الإصابة بكل من *Sclerotinia minor*، و *Rhizomonas suberifaciens* (وكلاهما من الفطريات التى تصيب الجذور)، وزيادة المحصول مقارنة بالرى السطحى، ولكن لم تتأثر شدة الإصابة بالفطر *Bremia lactuca* (مسبب مرض البياض الزغبى) بطريقة الرى (ربما لأن الرطوبة الجوية كانت عالية ومناسبة للإصابة بالبياض الزغبى على أية حال) (Subbarao ١٩٩٧).

وعمومًا .. يفيد الرى تحت السطحى بالتنقيط فى خفض معدلات التسميد، وتقليل فقد الأسمدة بالرشح مقارنة بالرى بالرش. ففى إحدى الدراسات – على سبيل المثال – وفّر الرى تحت السطحى بالتنقيط ٨٦٪ من كمية المياه التى لزمت فى حالة الرى بالرش (Ahmed وآخرون ٢٠٠٠).

التسميد

وسائل التعرف على حاجة النباتات إلى التسميد

أولاً: أعراض نقص المناصر:

١ – النيتروجين:

يؤدى نقص النيتروجين إلى ضعف النمو النباتى وتأخير تكوين الرؤوس، وتكون أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر خضراء باهتة اللون، وتتحول فى نهاية الأمر إلى اللون الأصفر الذهبى.

٢ – الفوسفور:

تبدو أوراق النباتات التى تعانى من نقص الفوسفور خضراء قاتمة اللون، ولكن دون بريق، وتفشل النباتات فى تكوين الرؤوس، وتتقزم، وتموت الأوراق المسنة، وقد يشوبها أحيانًا بعض الاحمرار.

ويؤدى توفر الفوسفور إلى التغلب على التأثيرات الضارة لزيادة النيتروجين.

٣ — البوتاسيوم:

يؤدى نقص البوتاسيوم إلى الحد من النمو النباتى، وجعل الأوراق خضراء قاتمة اللون بدرجة أكبر من النباتات العادية ولكنها لا تكون لامعة. ومع زيادة نقص العنصر تظهر بقع صفراء اللون بالقرب من أطراف الأوراق المسنة، تزداد أعدادها وتنتشر وتتلاحم مع بعضها البعض، ثم تصبح بنية اللون. ومن الأعراض الأخرى لنقص العنصر أن الأوراق تصبح أكثر سمكًا، واستدارة، ونعومة عن أوراق النباتات العادية، كما يكون مجموعها الجذرى أصغر حجمًا، وتفشل النباتات فى تكوين الرؤوس. كذلك يظهر الاصفرار بالأوراق الخارجية التى يمكن أن تذبل وتموت سريعًا فى الجو الصحو.

يزداد محصول الخس وتزداد نسبة المحصول الصالح للتسويق بزيادة توفر البوتاسيوم للنبات على ألاّ تكون العناصر الأخرى — وخاصة النيتروجين والفوسفور — محددة النمو.

٤ — الكالسيوم:

يؤدى نقص الكالسيوم إلى تشوه حواف الأوراق الحديثة واحتراقها، ويسبق ذلك ظهور بقع بنية قاتمة إلى سوداء اللون بحواف أصغر الأوراق والقمة النامية، ثم تنتشر تلك البقع فى الأوراق الأكبر سنًا، لتموت بالتتابع. وقد وجد أن خلايا البشرة والنسيج الوسطى، والحزم الوعائية فى المساحات المتأثرة من الأوراق تنهار، ويحدث انسداد فى أوعية الخشب بمواد صمغية، ويكون ذلك كله مصاحبًا بتقزم واضح فى النمو.

ويلعب نقص الكالسيوم دورًا رئيسيًا فى ظهور العيب الفسيولوجى المعروف باسم احتراق أطراف الأوراق leaf tipburn.

٥ — المغنيسيوم:

يؤدى نقص المغنيسيوم إلى ضعف النمو كثيرًا وضعف تكوين الرؤوس، مع ظهور اصفرار فى حواف الأوراق وبين العروق، واحتراق حواف الأوراق المسنة فى نهاية الأمر.

وتؤدى زيادة التسميد بالبوتاسيوم أو الكالسيوم إلى تقليل امتصاص المغنيسيوم، ويبدو

تأثير الكالسيوم واضحًا بصورة خاصة فى المستويات العالية من النيتروجين، حيث أدت زيادة الكالسيوم – فى إحدى الدراسات – إلى خفض محتوى الأوراق من المغنيسيوم – من ١,٢٪ إلى ٠,٦٪. كذلك ينخفض محتوى النبات من المغنيسيوم قليلاً مع اقترابه من اكتمال النمو.

٦ – الكبريت:

يندر ظهور أعراض نقص الكبريت؛ بسبب استخدام ملح الكبريتات فى معظم الأسمدة، ولكن إذا ما حدث النقص فإنه يكون على صورة اصفرار عام يشوب اللون الأخضر الطبيعى للنباتات مع تقزم فى نموها، وزيادة فى صلابة أوراقها.

٧ – الحديد:

تبدو النباتات التى تعانى من نقص الحديد بلون أخضر شاحب مصفر، وتكون بطيئة النمو، وبينما تكتسب الأوراق الحديثة لونًا أصفر، فإن الأوراق المسنة تموت، كما يتوقف النمو النباتى. هذا .. ويكون الاصفرار فى بداية الأمر – وخاصة فى الأوراق المسنة – محصورًا بين العروق، ولكنه قد يظهر فيما بعد – وخاصة فى الأوراق الحديثة – على العروق كذلك.

٨ – المنجنيز:

يؤدى نقص المنجنيز إلى ظهور لون أخضر مصفر يشمل كل أوراق النبات، على الرغم من عدم تأثر النمو كثيرًا. وفى حالات النقص الشديدة تصبح الأوراق المسنة صفراء اللون، ولكن تبقى العروق – حتى الصغيرة جدًّا منها – خضراء. وقد تتشوه أحيانًا أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر، ويتجوف فيها العرق الوسطى للأوراق، وتظهر بقع متحللة غير منتظمة على امتداد العرق الوسطى، وبقع أخرى صغيرة محددة على حواف الأوراق.

٩ – الزنك:

تأخذ النباتات التى تعانى من نقص الزنك مظهرًا متوردًا ويتوقف نموها. وفى بداية الأمر تظهر مناطق متحللة ذات حواف داكنة بالقرب من حواف الأوراق، وخاصة بين العروق، وتنتشر الأعراض من الأوراق المسنة إلى الحديثة.

١٠ — النحاس:

تكون أوراق النباتات التى تعانى من نقص النحاس ضيقة وفنجانية الشكل، مع اصفرارها قليلاً على امتداد الحواف.

١١ — البورون:

يؤدى نقص البورون إلى ضعف النمو وبهتان لون الأوراق الحديثة، ثم ظهور بقع قاتمة فى أطراف الأوراق الصغيرة تزداد فى المساحة والحجم وتنتشر على حواف الأوراق. كذلك تموت القمة النامية للنباتات وتصبح سوداء اللون، وتتشوه الأوراق بسبب توقف النمو فى حوافها. ومن الأعراض الأخرى المميزة لنقص العنصر أن الأوراق تكون صغيرة الحجم، وفنجانية الشكل، وسميكة، وسهلة الكسر، كما تظهر على الأوراق الحديثة بقع بنية اللون وإفرازات شمعية. وتكون الجذور فى النباتات التى تعانى من نقص البورون قصيرة وسميكة وتكون القمة النامية فيها بنية اللون. وتحت ظروف الحقل تموت البادرات وتموت القمة النامية للنباتات، ويظهر اصفرار بأوراق القلب.

١٢ — الموليبدنم:

تبدو النباتات التى تعانى من نقص الموليبدنم صغيرة، وشاحبة اللون (ضاربة إلى البياض)، وذات نمو سائب ومفتوح. ومع استمرار النقص تلتف الأوراق، وتحترق حوافها. تكون بداية ظهور الأعراض فى الأوراق المسنة ثم تتقدم تدريجيًا نحو الأوراق الأحدث تكوينًا، وتذوى النباتات وتموت فى خلال ٣٠-٣٥ يومًا.

ونظرًا لأن الموليبدنم يدخل فى تكوين الإنزيم nitrate reductase؛ لذا .. فإن النيتروجين النتراتى يميل إلى التراكم فى النباتات التى تعانى من نقص العنصر؛ فمثلاً .. وجد فى إحدى الدراسات أن محتوى العصير الخلوى لأوراق الخس من النيتروجين النتراتى تراوح بين ٤٢، و ٤٨ مجم/لتر عند نقص الموليبدنم، بينما كان ١٢-١٤ مجم/لتر عند توفره.

ثانيًا: تحليل النبات

يمكن التعرف على حاجة نباتات الخس من الأسمدة بتحليل العرق الوسطى للأوراق

المحيطة بالرأس خلال مرحلة تكوين الرؤوس، حيث يدل وجود النيتروجين (على صورة NO_3) بتركيز ٤٠٠٠ جزء في المليون، والفوسفور (على صورة PO_4) بتركيز ٢٠٠٠ جزء في المليون، والبوتاسيوم بتركيز ٢٪ على أن النباتات تعاني – بالفعل – من نقص في هذه العناصر، تكون له انعكاساته السلبية على المحصول. وتدل تركيزات ٨٠٠٠ جزء في المليون، و ٤٠٠٠ جزء في المليون، و ٤٪ للعناصر الثلاثة – على التوالى – على توفرها للنبات بكميات كافية. وتستجيب النباتات للتسميد إذا كان تركيز العناصر فيما بين حدود النقص، والوفرة.

١ – النيتروجين:

يزداد تركيز النيتروجين فى أوراق القلب عمّا فى الأوراق الخارجية. ويرتبط النمو النباتي القوى – عند عمر ٦٠ يومًا – بتركيز ٥,٤–٥,٧٪ للنيتروجين بالأوراق، بينما يصاحب تركيز ٣٪، و ٣,٦٪ أعراضًا خفيفة ومتوسطة – على التوالى – لنقص النيتروجين فى النباتات المكتملة التكوين.

٢ – الفوسفور:

يزداد تركيز الفوسفور في النبات بزيادة معدل التسميد الفوسفاتي، وينخفض بتقدم النباتات في العمر، ويرتبط الوزن الجاف لنباتات الخس الصغيرة معنويًا بمحتوى أوراقها من الفوسفور (ر = ٠,٩١) (شكل ٢–١). ويتراوح محتوى الأوراق من العنصر بين ٠,٤١٪ فى أكبر الأوراق عمرًا إلى ٠,٦٧ فى أصغرها، وليس لدرجة الحرارة الدنيا بين – ١، و ١٠°م تأثيرًا على ذلك المحتوى.

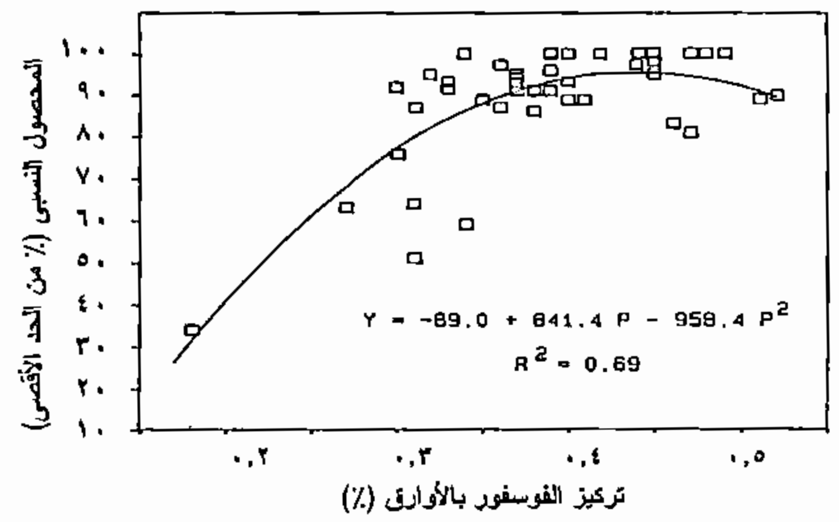
وتتراوح القيم المنشورة لمحتوى الفوسفور فى أوراق النباتات الجيدة النمو بين ٠,٣٤، و ٠,٧٤٪، بينما تكون أغلب القيم بين ٠,٤، و ٠,٦٪، وتكون القيم الأكبر فى النباتات الصغيرة العمر، وقد وصلت بعض التقديرات إلى ٠,٨٪ إلا أن ذلك ليس أمرًا شائعًا.

وقد اقترنت أعراض النقص الشديدة للفوسفور بتركيزات منخفضة من العنصر فى الأوراق تراوحت بين ٠,١، و ٠,٢٪. وفى إحدى الدراسات قدر المستوى الحرج للعنصر – الذى صاحبة نقص النمو النباتي بنسبة ١٠٪ – بنحو ٠,٠٧٨٪ فى أنصال الأوراق،

و ۰٫۰٦۰٪ في أنسجتها الناقلة (العرق الوسطى والعنق). وفي تقديرات أخرى قدر المستوى الحرج الذى لا يجب أن يقل عنه تركيز العنصر بنحو ۰٫۱٪ في قمة البادرات، وبنحو ۰٫۲٪ في العرق الوسطى (Winsor & Adams ۱۹۸۷)

وفي إحدى الدراسات كان التركيز الحرج للفوسفور في مرحلة الورقة السادسة إلى الثامنة هو ۰٫۳۷٪ (Sanchez وآخرون ۱۹۹۰).

وفي دراسة أخرى .. تراوح المدى المناسب للفوسفور في الأوراق – لإعطاء أعلى محصول – بين ۰٫٤، و ۰٫۹٪ (Claassens ۱۹۹٤).



شكل (۲–۱): العلاقة بين محصول الخس ومحتوى الأوراق من الفوسفور (Sanchez وآخرون ۱۹۹۰)

۳ – البوتاسيوم:

يزداد تركيز البوتاسيوم في النبات بزيادة توفر العنصر. وقد تراوح المدى الطبيعي للبوتاسيوم في النباتات الجيدة النمو – في دراسات مختلفة – بين ٤، و ۱۰٪. وازداد الوزن الجاف لنباتات الخس بزيادة محتواها من البوتاسيوم حتى ٤٪، ولكن لم تظهر تلك العلاقة بزيادة محتوى العنصر في النباتات عن ٤٪ وحتى ۸٪.

وقد قدر المستوى الحرج للبوتاسيوم – الذى يصاحبه نقص المحصول بنسبة ۱۰–۳۰٪ – بنحو ۲٪.

٤ – الكالسيوم:

تراوح محتوى أوراق الخس من الكالسيوم بين ٠,٨٪، و ٢,٩٪، حسب تركيز العنصر في المحاليل المغذية للمزارع اللاأرضية فيما بين التركيزات الشديدة الانخفاض وتركيز ٨٠٠ جزء في المليون. وقد صاحبت تلك الزيادة في مستوى الكالسيوم في النباتات انخفاضًا في محتواها من الفوسفور. وأدت زيادة درجة الحرارة الدنيا من -١°م إلى ١٠°م إلى زيادة محتوى الأوراق المسنة من العنصر من ١,٣٥٪ إلى ١,٧٢٪. وفي الأوراق الحديثة من ٠,٢٦٪ إلى ٠,٣٣٪. وأدت الإضاءة القوية إلى زيادة امتصاص النباتات للكالسيوم بزيادة تركيزه في المحاليل المغذية.

وتتراوح تقديرات المستوى الطبيعي للكالسيوم في النباتات التي لا تعاني من نقص العنصر بين ١٪، و ١,٨٪. وينخفض تركيز الكالسيوم في نبات الخس مع تقدمه في العمر.

أما النباتات التي تعاني من نقص الكالسيوم فإن تركيز العنصر يتراوح فيها بين ٠,٢٪، و ٠,٦٪. هذا بينما ينخفض معدل النمو فقط – دون أعراض ظاهرة – عند تركيز ٠,٩٪ في النبات.

٥ – المغنيسيوم:

يقدر المحتوى الطبيعي للخس من المغنيسيوم بين ٠,٣٪، و ٠,٩٪، بينما يتراوح مستوى النقص – الذي تظهر معه أعراض نقص العنصر بين ٠,٠٥٪، و ٠,٢٪.

ويزداد تركيز المغنيسيوم في الأوراق الخارجية لنبات الخس عما في الأوراق الداخلية، حيث يتراوح فيهما – على التوالي – كما وجد في إحدى الدراسات – بين ٠,٥٢٪، و ٠,٣٠٪. وتبعًا لذلك .. فإن مستوى نقص العنصر يتباين فيهما كذلك.

ويزداد تركيز المغنيسيوم في أوراق الخس بارتفاع درجة حرارة الليل، حيث قدر بنحو ٠,٦٠٪، و ٠,٧٠٪، و ٠,٨١٪ في حرارة ٧، و ١٣، و ١٨°م على التوالي.

ويقدر المحتوى الطبيعي للنباتات التي لا تعاني من نقص العنصر بحوالي ٠,٢٩٪ كبريت كلي، أو ٠,١٣٪ كبريت في صورة كبريتات.

٦ – الحديد:

يتراوح محتوى النباتات التى تظهر عليها أعراضًا واضحة لنقص الحديد بين ٥٠، و ٦٠٠ جزءًا فى المليون، بينما يتراوح المحتوى فى النباتات الطبيعية النمو بين ١٣٠، و ١٤٥٠ جزءًا فى المليون؛ مما يعنى وجود تداخل واضح بين مستوى النقص ومستوى الكفاية، وبما يعنى عدم جدوى الاعتماد على تحليل الحديد فى النبات إلاّ فى الحالات التى يكون فيها مستواه شديد الانخفاض.

٧ – المنجنيز:

يتراوح محتوى المنجنيز فى الخس الذى تظهر عليه أعراض نقص العنصر بين ٦ أجزاء، و ١٤ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الجاف.

وتظهر أحيانًا أعراض التسمم بالمنجنيز، وخاصة فى الزراعات المحمية التى تعقم فيها التربة – أو مخاليط الزراعة التى تدخل فيها التربة – بالبخار؛ ذلك لأن التعقيم بالبخار يمكن أن يؤدى إلى تيسر كميات كبيرة من المنجنيز غير الذائب. وتظهر أعراض التسمم على صورة تلون ذهبى يمتد على حواف جميع الأوراق. وتختلف أصناف الخس فى مدى حساسيتها لزيادة المنجنيز.

٨ – الزنك:

يتراوح المحتوى الطبيعى للزنك بين ٢٠، و ٥٠ جزءًا فى المليون، مع زيادة التركيز فى النصل (بدون العرق الوسطى) عما فى العرق الوسطى.

ويقدر محتوى العنصر الذى يحدث عنده نقص فى المحصول يبلغ حوالى ١٠٪ بنحو ١٠ أجزاء فى المليون فى العرق الوسطى، وبنحو ٢٠ جزءًا فى المليون فى النصل بعد استبعاد العرق الوسطى.

٩ – النحاس:

يقدر المستوى الطبيعى للنحاس فى الخس بحوالى ٧ أجزاء فى المليون، ولكن المدى الطبيعى يتراوح بين ٣ أجزاء، و ١٧ جزءًا فى المليون، هذا بينما يبلغ محتوى النباتات التى تعانى من نقص العنصر أقل من جزأين فى المليون. وبينما لا يؤدى نقص العنصر

حتى مستوى ٢,٤ جزءًا فى المليون بالأوراق إلى نقص المحصول الكلى، فإنه يؤدى إلى نقص المحصول الصالح لتسويق بشدة.

١٠ – البورون:

يتراوح المحتوى الطبيعى للبورون فى النباتات بين ٣٠، و ٥٠ جزءًا فى المليون.

هذا بينما يقدر محتوى البورون فى النباتات التى تظهر عليها أعراض نقص العنصر بين ١٠، و ٢٥ جزءًا فى المليون.

١١ – الموليبدنم:

يقدر التركيز الطبيعى للموليبدنم فى أوراق الخس بنحو ٢,٥–٣,٥ جزء فى المليون، بينما ينخفض التركيز عند نقص العنصر إلى حوالى ٠,٣–٠,٥ جزء فى المليون (Winsor & Adams ١٩٨٧).

ثالثا: تحليل التربة

عندما تراوح محتوى التربة من النيتروجين بين ٠,٠٦٪، و ٠,١٨٪ .. أدت إضافة النيتروجين حتى ١٠٠ كجم للهكتار (٤٢ كجم للفدان) إلى زيادة المحصول، بينما لم تستفد نباتات الخس من التسميد الآزوتى عندما كان محتوى التربة من العنصر ٠,٧٪ (Martinetti ١٩٩٦).

وقد أوضحت دراسات Hartz وآخرون (٢٠٠٠) ضعف الارتباط بين محتوى العرق الوسطى من النيتروجين النتراتى فى المرحلة السابقة لبداية تكوين الرؤوس وبين مستوى النترات فى التربة، واستنتجوا أن اختبار النترات لعينات من التربة من على جانب النباتات كان دليلاً يمكن الاعتماد عليه فى تحديد مدى الحاجة إلى التسميد الآزوتى، أو تأجيل التسميد، أو حتى وقفه دون التأثير على المحصول.

هذا .. ومن السهل أن تتسمم نباتات الخس من جراء زيادة تركيز العناصر الصغرى فى الأسمدة الورقية أو فى التربة أو بيئة الزراعة، وخاصة فى المحاليل المغذية التى تستخدم فى المزارع المائية للخس فى عديد من دول العالم.

ومن أهم المشاكل التى تتعلق بسمية العناصر الصغرى، ما يلى:

١ – الزنك:

يحدث رش نباتات الخس بالزنك المخلبى Zn-EDTA بتركيز ٢٤٠٠ جزءًا فى المليون تسممًا بالنباتات يظهر على صورة اصفرار بالأوراق، ثم ذبولها وموتها. وأحيانًا يؤدى التسمم إلى جعل الأوراق فنجانية الشكل وقائمة إلى أعلى، مع فشل النبات فى تكوين الرأس.

٢ – النحاس:

تؤدى التركيزات العالية من النحاس فى بيئة الزراعة إلى التسمم بالعنصر، ويبلغ المستوى الحرج للنحاس فى النبات – والذى يحدث عنده التسمم – حوالى ٢١ جزءًا فى المليون.

٣ – البورون:

من السهل أن تتسمم نباتات الخس من جراء زيادة البورون، علمًا بأن الحدود بين التركيزات السامة للعنصر فى بيئة الزراعة والتركيزات المناسبة ليست كبيرة؛ فمثلاً .. قدر التركيز المثالى للبورون فى المحلول المغذى – فى إحدى الدراسات بنحو ٠,٧ جزءًا فى المليون، بينما أحدث تركيز ٠,٩ جزءًا فى المليون اصفرارًا خفيفًا بالأوراق. وتظهر أعراض التسمم بوضوح عندما يزيد تركيز البورون فى المحلول المغذى عن ١,٢ جزءًا فى المليون، حيث يحدث احتراق بحواف الأوراق، مع زيادة فى تركيز البورون فى الأوراق قد تصل إلى ٥٠٠ جزء فى المليون.

وقد وجد أن المحصول النسبى ينخفض بمقدار ١,٧٪ مع كل زيادة مقدارها جزء واحد فى المليون من البورون فى المحلول الأرضى تزيد عن ١,٣ جزءًا فى المليون، وكانت أعراض احتراق حواف الأوراق – الناشئة عن التسمم من البورون – محصورة فى الأوراق الخارجية، وهى التى تتم إزالتها بعد الحصاد على أية حال (Francois ١٩٨٨).

٤ – الموليبدنم:

كان نمو الخس عاديًّا ومنتظمًا عندما تراوح تركيز الموليبدنم فى المحاليل المغذية بين

٠,٠٠١، و ١٠ أجزاء فى المليون، بينما ظهرت أعراض التسمم عندما ارتفع التركيز إلى ١٠٠ جزء فى المليون. وكانت أولى أعراض التسمم ظهور لون بنى ضارب إلى الصفرة على الجذور، مع ضعف فى النمو، وتغير فى لون الأوراق إلى اللون الذهبى (عن Winson & Adams ١٩٨٧).

ويتوقف تيسر الموليبدنم للنباتات — إلى حد بعيد — على pH وسط النمو، حيث يزيد تيسر العنصر فى الأراضى المتعادلة والقلوية عما فى الحامضية.

الاحتياجات السمادية

يميل المزارعون — عادة — إلى إضافة النيتروجين بكميات أكبر من تلك الموصى بها؛ ففى ولاية أريزونا الأمريكية — على سبيل المثال — يسمد المزارعون الخس بنحو ٢٢٤-٣٧٠ كجم N للهكتار (٩٤-١٥٥ كجم للفدان)، بينما تقل الكميات الموصى بها عن ذلك.

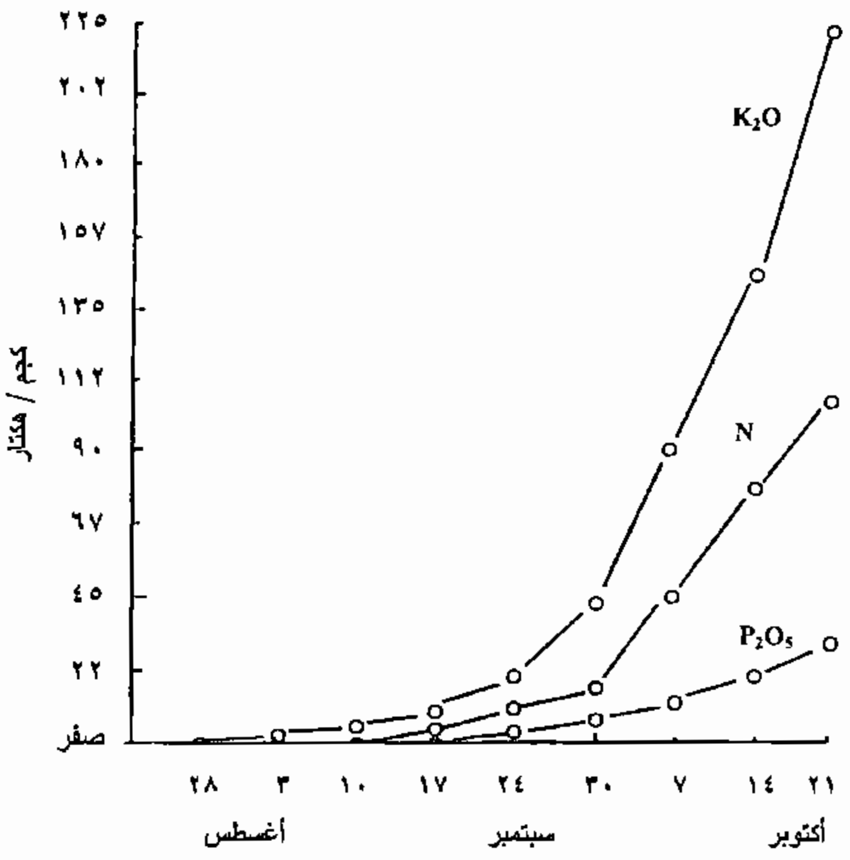
يقل الامتصاص الكلى للنيتروجين فى حقول الخس عن ١٣٦ كجم N للهكتار (٥٧ كجم N للفدان)، علمًا بأن معظم النمو النباتى يحدث قبل الحصاد بفترة وجيزة، وهى الفترة التى يُمتص فيها معظم النيتروجين كذلك. وتتراوح تقديرات كلاً القياسين (النمو النباتى وامتصاص النيتروجين كنسبة مئوية من النيتروجين الكلى الممتص) بين ٧٠٪، و ٨٠٪ خلال الأسابيع الثلاثة والأربعة الأخيرة التى تسبق الحصاد، على التوالى.

وتؤدى إضافة كميات كبيرة من النيتروجين — وخاصة فى المواعيد غير المتوافقة مع معدلات الامتصاص العالية — إلى بقاء نسبة كبيرة من النيتروجين المضاف فى التربة، مع تعرض النيتروجين النتراتى للفقد بسهولة. فمثلاً .. قدر — فى إحدى الدراسات — أن ٦٥٪ من النيتروجين المستعمل فى تسميد الخس فى جنوب كاليفورنيا يفقد بالرشح إلى أعماق تزيد عما يصل إليه نمو الجذور (عن Thompson & Doerge ١٩٩٥).

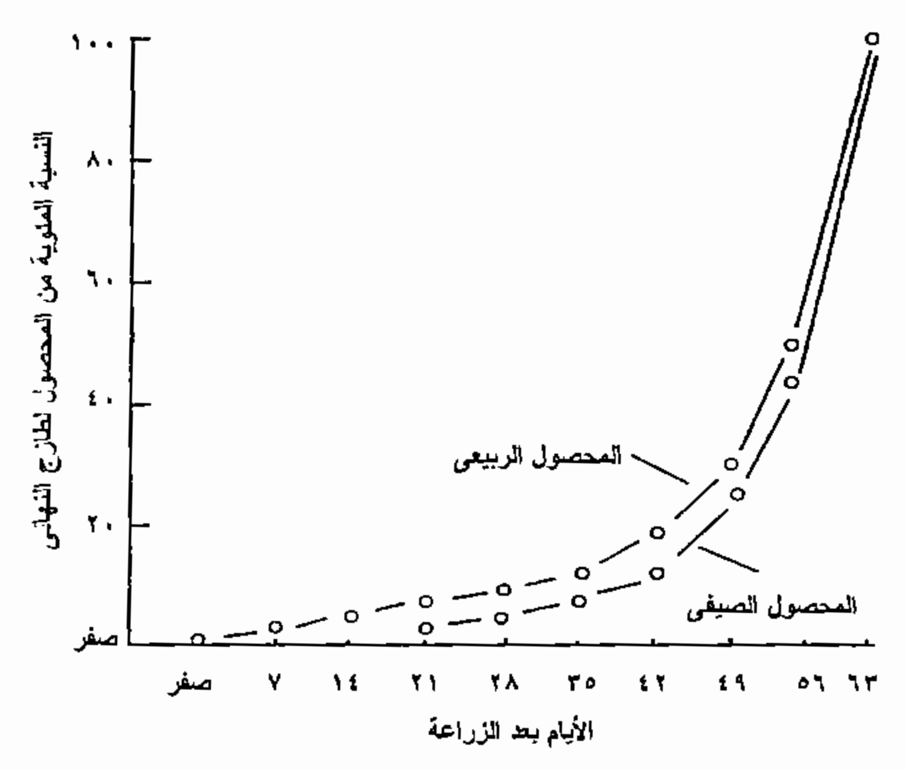
وقد تراوحت تقديرات الكمية المثلى للتسميد بالنيتروجين بين ١٠٠، و ١٥٠ كجم للهكتار (٤٢-٦١ كجم للفدان)، ومالايقل عن ٢٥٠ كجم للهكتار (١٠٥ كجم للفدان)، وذلك باختلاف الدراسات (عن Hartz وآخرين ٢٠٠٠).

وأدى توفر ١٥٠ كجم من النيتروجين للهكتار (٦٣ كجم للفدان) فى حيز نمو الجذور (تسميد آزوتى + N بالتربة) إلى إعطاء أعلى محصول صالح للتسويق من الخس (Sorensen وآخرون ١٩٩٤).

كما وجد فى دراسة خاصة بامتصاص العناصر فى نباتات خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة من صنف جريت ليكس أن نحو ٧٠٪ من الكميات الإجمالية الكلية الممتصة من عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والصوديوم تمتص خلال الأسابيع الثلاثة التى تسبق الحصاد (شكل ٢-٢)، الأمر الذى يتوافق — كذلك — مع معدل النمو النباتى (شكل ٢-٣).



شكل (٢-٢). التزايد فى معدلات امتصاص عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم مع الوقت فى الخس.



شكل (٢-٣) التزايد فى معدلات نمو نباتات الخس مع الوقت

وفى الخس الرومين امتصت النباتات أكثر من ٧٤٪ من احتياجاتها مـن النيـتروجين خلال الـ ٣٨ يومًا التى سبقت الحصاد (Thompson & Doerge ١٩٩٥).

ويستفاد من تلك النتائج فى عملية توقيت إضـافة الأسمدة، وخاصـة فيما يتعلق بالنيتروجين، الذى يمكن أن يفقد بسهولة، وبالأخص عند إضافة كميات كبيرة منه فى مراحل النمو الأولى، بينما تزداد الحاجة الماسّة إليه فى مراحل النمو الأخيرة.

ازداد محصول الخس بزيادة معدل التسميد بالنيتروجين حتى ١٦٠-١٩٥ كجم N للهكتار (٦٧-٨٢ كجم للفدان)، ثم انخفض المحصول بزيادة النيتروجين عن ذلك، وأعطى هذا المدى — كذلك — أكبر الرؤوس حجمًا وصلابة، إلا أن طول الساق الداخلى والإصابة باحتراق قمة الأوراق الداخلية كانا أقل ما يمكن عندما كان التسميد الآزوتى بمعدل ٥٥ كجم/هكتار (٢٣ كجم N/فدان) (Cantliffe وآخرون ١٩٩٨).

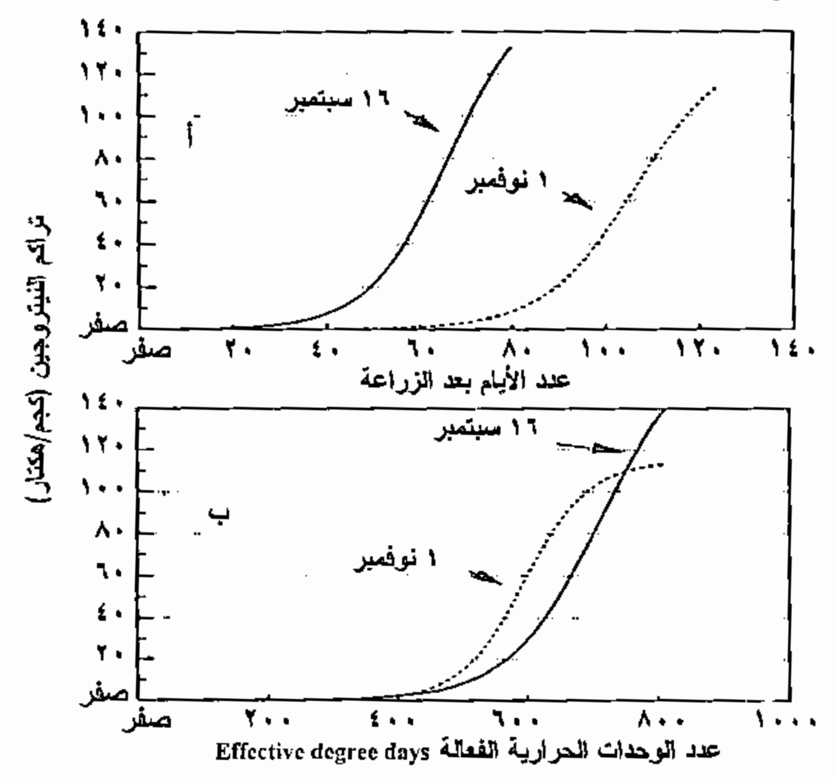
يفضل دائمًا إضافة النيتروجين بمعدلات تتناسب مع معدل امتصاص العنصر فى كل مرحلة من مراحل نمو النبات، وبغير ذلك فإن الكميات الزائدة عن حاجة النبات لن تمتص وتكون عرضة للفقد بسهولة.

وعلى الرغم من إمكان تحديد حاجة النبات من النيتروجين خلال مختلف مراحل نموه بالكيلوجرام للفدان بعد كل عدد معين من الأيام من الزراعة days after planting (اختصارًا DAP)، إلا أنه يفضل ربط الاحتياجات بعدد الساعات الحرارية أو بنظام يأخذ فى الحسبان كلا من الحرارة وشدة الإضاءة أو الفترة الضوئية، أو ما يعرف بمجموع الحرارة والإشعاع الشمسى summations of temperature and solar radiation الذى يعبر عنه بالمصطلح عدد الوحدات الحرارية الفعالة effective degree days (اختصارًا EDD). ويبين الشكل (٢-٤) نمط امتصاص النيتروجين فى الخس فى موعدين للزراعة بكاليفورنيا. ويلاحظ من الشكل أنه بينما تأخرت كثيرًا بداية امتصاص النيتروجين عندما كانت الزراعة فى الجو البارد (١ نوفمبر) مقارنة بنمط امتصاص العنصر عندما كانت الزراعة فى الجو الدافئ (١٦ سبتمبر) — وذلك عندما أجريت المقارنة على أساس عدد الأيام بعد الزراعة — فإن تلك الاختلافات تلاشت عندما أجريت المقارنة على أساس عدد الوحدات الحرارية الفعالة (Sanchez & Doerge ١٩٩٩).

وعندما كان الرى تحت السطحى للخس معتدلاً (بالمحافظة على الشد رطوبى فى التربة بين ٦,٥، و ٧,٤ كيلو باسكال)، فإن ٩٥٪ من أعلى محصول وجودة (طول الرأس، ووزنها الطازج) تحقق عندما كانت معدلات التسميد بين ١٥٦، و ١٩٣ كجم N للهكتار (٦٥,٥-٨١ كجم N للفدان)، علمًا بأن كمية النيتروجين التى لم تمتص كانت أقل من ٦٠ كجم للهكتار (٢٥ كجم N للفدان). أما عندما كان الرى غزيرًا (بالمحافظة على شد رطوبى قدره ٤,٦ كيلوباسكال) فإن ذلك أدى إلى نقص المحصول وضعف جودته، وزيادة كمية النيتروجين التى لم تمتص. كذلك ازداد الفاقد غير المتص من النيتروجين بزيادة معدل التسميد الآزوتى (Thompson & Doerge ١٩٩٥).

وفى دراسة أجريت فى تربة رملية مع الرى بالتنقيط حُصِلَ على أعلى محصول من الخس عندما كان الرى بمعدل ٥٥ سم (أى ٢٣١٠ م³/فدان) مع التسميد الآزوتى بمعدل

٢٧١ كجم للهكتار (١١٤ كجم N للفدان)، والرى بمعدل ٧٦ سم (أى ٣١٩٣م٣/فدان) مع التسميد الآزوتى بمقدار ٢٧٠ كجم للهكتار (١١٣,٤ كجم N للفدان) فى عامين متتاليين. وتحت تلك الظروف .. لم يصل إلى النموات التى توجد أعلى سطح التربة من الخس سوى ١٢٪، و ٢٣٪ من الكميات الإجمالية المضافة من النيتروجين فى عامى الدراسة على التوالى (Sanchez ٢٠٠٠).



شكل (٢-٤) تراكم النيتروجين فى نباتات الخس فى الزراعتين الربيعية والصيفية مع (أ) عدد الأيام بعد الزراعة، و(ب): عدد الوحدات الحرارية الفعالة effective degree days (Sanchez & Doerge ١٩٩٩).

ويزداد معدل امتصاص النيتروجين النتراتى والأمونيومى بارتفاع درجة الحرارة، ولكن الزيادة تكون أكبر بالنسبة للنيتروجين النتراتى.

هذا .. ويؤدى توفر الفوسفور إلى زيادة المحصول المبكر؛ ففى إحدى الدراسات لم يزداد المحصول الكلى بزيادة معدل الفوسفور عن ٥٨ كجم P للهكتار (٥٥,٨ كجم P_2O_5

للفدان)، بينما حُصِلَ على أبكر محصول بالتسميد بمعدل ٢٣٥ كجم P للـهكتار (٢٢٦,٢ كجم P_2O_5 للفدان) (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

وقد استفاد الخس من إضافة الفوسفور إلى جانب النباتات في خطوط الزراعة بدلاً من إضافته نثرًا، وبمعدل يعادل ثلث الكمية التي تضاف — عادة — نثرًا قبل الزراعة، حيث أدت إضافته بهذه الطريقة إلى زيادة الفوسفور الميسر للإمتصاص في منطقة نمو الجذور. وقد ازداد تركيز الفوسفور بالأوراق بزيادة معدل التسميد الفوسفاتي، وخاصة عند إضافته إلى جانب النباتات في خطوط الزراعة (Sanchez وآخرون ١٩٩٠).

برنامج التسميد

تجب عند تسميد الخس مراعاة ما يلي:

١ – إضافة الأسمدة إلى الطبقة السطحية من التربة، لأن معظم جذور الخس سطحية.

٢ – إضافة الأسمدة العضوية بوفرة للمحافظة على خصوبة الأرض، لأن الخس لا يخلف كثيرًا من المادة العضوية في التربة.

٣ – ضرورة توفر الأسمدة للنبات خلال جميع مراحل نموه، حتى يكون النمو مستمرًا دون توقف، لما لذلك من تأثير إيجابي على صفات الجودة.

٤ – عدم الإفراط في التسميد الآزوتي، عندما تكون الظروف البيئة مناسبة للنمو السريع حتى لا تتعرض النباتات للإصابة باحتراق حواف الأوراق، أو أثناء نمو الرؤوس حتى لا تكون مفككة.

وتعطى حقول الخس برنامج التسميد التالي:

أولاً: أسمدة تضاف قبل الزراعة:

تضاف كميات الأسمدة التالية قبل الزراعة لكل فدان من الخس: ١٥م^3 سمادًا بلديًا، و ١٠م٣ زرق دواجن، و ٢٠ كجم N (١٠٠ كجم سلفات نشادر)، و ٤٥ كجم P_2O_5 (٣٠٠ كجم سوبر فوسفات عاديًا)، و ٢٥ كجم K_2O (٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و ٥ كجم MgO (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم). تكون إضافة هذه الأسمدة نثرًا، وتخلط جيدًا بالطبقة السطحية من التربة، أو بمصاطب الزراعة إن كانت الزراعة على مصاطب كما في طريقتي الري بالرش وبالتنقيط.

ثانيًا: أسمدة تضاف أثناء النمو النباتي:

١ – في حالة الري بطريقة الغمر:

يضاف أثناء النمو النباتي ٦٥ كجم نيتروجين (١٥٠ كجم نترات نشادر + ١٠٠ كجم نترات كالسيوم)، و ٥٠ كجم K_2O (١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم) على دفعتين، على أن تكون الأولى بعد الشتل بنحو ثلاثة أسابيع (أو بعد إنبات البذور بنحو خمسة أسابيع في حالة الزراعة بالبذور مباشرة)، والثانية بعد حوالي شهر من الأولى، ومع إضافة نترات الكالسيوم مع الدفعة الثانية من التسميد.

٢ – في حالة الري بطريقة التنقيط:

تستعمل في حالة الري بالتنقيط كميات الأسمدة التي أسلفنا بيانها تحت الري بالغمر، مع مراعاة تقسيمها إلى دفعات أسبوعية متزايدة ابتداء من الأسبوع الثاني بعد الشتل (أو الأسبوع الرابع بعد إنبات البذور في حالة الزراعة بالبذور مباشرة) على أن تصل الجرعة الأسبوعية إلى أقصى معدل لها بعد حوالي خمسة أسابيع من الشتل وتبقى عند هذا المستوى المرتفع لمدة أسبوعين لتنخفض تدريجيًّا بعد ذلك إلى أن يتوقف التسميد قبل الحصاد بأسبوع أو أسبوعين. ويوصى بالتسميد بالكمية الموصى بها من نترات الكالسيوم بداية من الأسبوع الخامس بعد الشتل.

٣ – في حالة الري بالرش:

يتبع في حالة الري بالرش برنامج التسميد ذاته الذي أسلفنا بيانه تحت الري بالتنقيط، مع زيادة كميات الأسمدة الموصى بها بنسبة ٢٥–٣٠٪ لتعويض الفاقد في الأسمدة الذي يصاحب الري بالرش، وخاصة في بداية موسم النمو وهي مازالت صغيرة.

وفي جميع الحالات .. يحتاج الخس إلى رشتين بالأسمدة الورقية التي تحتوي على العناصر الدقيقة، ويكون ذلك بعد ٣ أسابيع من الشتل (أو بعد خمسة أسابيع في حالة الزراعة بالبذور مباشرة)، ثم بعد شهر من الرشة الأولى.

أغطية النباتات

يستفيد الخس من استعمال الأغطية الخفيفة غير المنسوجة – مثل غطاء الأجريل بي ١٧ Agryl P17 – التي توضع على النباتات مباشرة؛ فقد أدى استعمال هذا الغطاء إلى

رفع الرطوبة النسبية ليلاً ونهارًا، ورفع حرارة الهواء والتربة بمقدار ٢-٤ درجات مئوية وخاصة أثناء النهار. كذلك انخفضت سرعة الرياح تحت الغطاء إلى نحو ١٠٪ من سرعتها خارجه، فى الوقت الذى بلغ فيه الإشعاع الكلى والإشعاع النشط فى عملية البناء الضوئى تحت الغطاء ٨٥-٩٥٪ من الإشعاع الخارجى. وأدى استعمال الغطاء إلى تبكير الحصاد بنحو ١٠-١٢ يومًا، مع تحقيق زيادة قليلة فى المحصول (Mermier وآخرون ١٩٩٥).

الفصل الثالث

فسيولوجيا الخس

إنبات البذور

حيوية البذور

لا تحتفظ بذور الخس بحيويتها لفترة طويلة. وتزداد سرعة فقدان البذور لحيويتها مع ارتفاع درجة حرارة التخزين، أو الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بالبذرة. ويمكن إطالة فترة احتفاظ البذور بحيويتها بخفض رطوبتها إلى ٧٪، ثم تخزينها فى أوعية غير منفذة للرطوبة، أو تخزينها فى درجة حرارة التجمد أو دونها.

ويعد فقدان الحيوية آخر المراحل فى تدهور البذور. ويسبق ذلك بطء الإنبات، ونمو بادرات شاذة، وظهور بادرات ذات فلقات حمراء اللون، بها بقع حمراء متحللة، وتلك حالة فسيولوجية لا يعرف سببها على وجه التحديد، إلاّ أنها ترتبط بتقدم البذور فى العمر، خاصة عند تخزينها فى ظروف غير مناسبة (عن Ryder ١٩٧٩).

علاقة حجم البذرة بالنمو النباتى

أوضح Cummings منذ عام ١٩١٤ (عن Jones & Roza ١٩٢٨) أن شتلات الخس الناتجة من زراعة بذور كبيرة الحجم تكون أطول، كما تكون أوراقها أطول وأعرض عما فى البادرات التى من نفس العمر لبذور أصغر حجمًا، وقد أدت زراعة بادرات البذور الكبيرة الحجم إلى إنتاج رؤوس أكبر حجمًا وبها نسبة أعلى من الرؤوس الصالحة للتسويق.

وأوضحت دراسات كل من Scaife & Jones (١٩٧٠) وجود علاقة طردية خطية بين وزن بذرة الخس، ووزن النبات الناتج منها عند الحصاد. وقد عبرا عن تلك العلاقة بالمعادلة التالية:

وزن البنات الطازج بالجرام = ١٠٣ + ٨٠ س.

حيث س: وزن البذرة بالملليجرام.

كما قارن Gelmond (١٩٧١) بذور الخس الصغيرة التى يبلغ متوسط وزن البذرة منها ٠,٥٦ مجم بالبذور الكبيرة التى يبلغ متوسط وزنها ١,٠ مجم، ووجد أن نسبة الإنبات كانت أعلى فى البذور الكبيرة، وأن البادرات الناتجة منها كانت فلقاتها أكبر، وسويقاتها الجنينية العليا أشد سمكًا، وكانت النباتات البالغة أعلى فى كل من الوزن الطازج والوزن الجاف. وقد ذكر Bass (١٩٨٠) أبحاثًا أخرى تؤيد هذه النتائج، وأبحاثًا تدل على أن التنبؤ بقوة نمو البادرات من وزن البذور لا يكون سليمًا إلا عند مقارنة بذور نفس (اللوط) lot المنتجة تحت نفس الظروف.

كذلك فإن بذور الخس العالية الكثافة (وهى التى يمكن فصلها عن البذور القليلة الكثافة باختبار الطفو فى سوائل خاصة) تعطى عند زراعتها إنباتًا أسرع وأكثر تجانسًا. وقد استخدم فى فصل بذور الخس القليلة الكثافة التحضير التجارى Maltrin 500 (Hill وآخرون ١٩٨٩).

مراحل إنبات البذور

يمر إنبات بذور الخس بثلاث مراحل فسيولوجية، كما يلى:

١ – المرحلة السابقة للحث Preinduction phase:

تمتص البذور الماء فى هذه المرحلة التى تستغرق حوالى ٩٠ دقيقة فى حرارة الغرفة، ويزداد معدل امتصاص البذور للماء بارتفاع درجة الحرارة، وليس لغياب الأكسجين فى هذه المرحلة أى تأثير، بينما تزداد حساسية البذور للضوء الأحمر – بمعدل متزايد – بارتفاع درجة الحرارة. وفى الحرارة العالية جدًا (٣٥°م) فإن الإنبات الذى يحدث بعد ذلك يتوقف تمامًا فى الظلام، بينما تقل حدة هذا التثبيط بالتعرض للضوء الأحمر.

٢ – مرحلة الحث Induction phase:

تبلغ حساسية البذور للضوء الأحمر والأشعة تحت الحمراء أعلى معدلاتها فى تلك المرحلة، حيث يكفى تعريض البذور للضوء الأحمر لمدة دقيقة واحدة لتهيئتها للإنبات. وليس لدرجة الحرارة أو غياب الأكسجين أو وجوده أى تأثير فى هذه المرحلة.

٣ – المرحلة التالية للحث Postinduction phase:

تستغرق هذه المرحلة حوالى ٩ ساعات فى درجة حرارة الغرفة، ويحدث خلالها

تفاعل يلزمه الأكسجين بعد تعرض البذور للضوء الأحمر مباشرة. وهذه المرحلة حساسة كذلك لدرجة الحرارة، حيث يتوقف الإنبات فى حرارة ٣٥°م. كذلك فإن تعريض البذور للأشعة تحت الحمراء فى هذه المرحلة لا يمنعها من الإنبات (عن Ryder ١٩٩٩).

سكون البذور الابتدائى والسكون الثانوى

يعود السكون فى بذور الخس إلى وجود موانع أيضية Metabolic Blocks تمنع الإنبات، ولا يمكن التخلص منها إلا بمعاملات خاصة: كتعريض البذور للضوء أو الحرارة المنخفضة وهى متشربة بالماء، أو بواسطة المعاملة ببعض المركبات الكيميائية. وتؤدى هذه المعاملات إلى إحداث تغيرات فى مسارات الأيض، تقود فى النهاية إلى إنبات البذور. وتعتبر بذور الخس من أبرز الأمثلة لهذه الحالة من السكون.

ويمكن تلخيص خصائص السكون فى بذور الخس فى النقاط التالية:

١ – تظهر حالة السكون بوضوح فى الأسابيع القليلة التالية للحصاد، ثم تخف حدتها تدريجيًا مع التخزين الجاف للبذور، حيث تستكمل البذور نضجها أثناء تلك الفترة (تسمى بفترة الـ after ripening)، وهى الفترة التى يتم خلالها تخلص البذور من موانع الإنبات.

٢ – تختلف أصناف الخس فيما يلى:

(أ) شدة سكون بذورها بعد الحصاد.

(ب) طول المدة التى يلزم مرورها بعد الحصاد، حتى تنتهى حالة السكون؛ فتتراوح فترة السكون من أسابيع قليلة إلى شهور، وربما سنة أو أكثر فى الأصناف المختلفة. ويظهر السكون بوضوح – ولفترة طويلة – فى صنفى الخس: جراند رابيدز Grand Rapids، وهبّارد ماركت Hubbard Market.

٣ – بذور الخس غير الساكنة (أو التى انتهت فترة بعد النضج after ripening بها) يمكن أن تدخل فى طور سكون ثانوى secondary dormancy فى حرارة مرتفعة (٢٥°م، أو أكثر).

٤ – يمكن التغلب على سكون البذور الحديثة الحصاد، وكذلك السكون الثانوى

بتعريض البذور للضوء، أو للحرارة المنخفضة، أو لبعض المعاملات الكيميائية بشرط تشرب البذور للماء أثناء تلك المعاملات.

٥ – تختلف أصناف الخس اختلافًا كبيرًا فى درجة الحرارة القصوى التى يمكن أن يحدث عندها إنبات، دون أن تدخل البذور فى طور سكون ثانوى.

السكون الثانوى secondary dormancy أو الحرارى

السكون الثانوى هو نوع من أنواع السكون الذى يرجع إلى وجود موانع أيضية للإنبات، ويحدث عند تعريض البذور غير الساكنة لظروف خاصة تدفعها للدخول فى حالة سكون؛ فمثلاً .. تدخل بذور الخس غير الساكنة فى حالة سكون ثانوى عند تعريضها، وهى متشربة للماء لدرجات حرارة مرتفعة فى الظلام، وهو الأمر الذى يحدث بصورة طبيعية عند محاولة زراعة البذور غير الساكنة فى أشهر الصيف أثناء ارتفاع درجة الحرارة؛ حيث يكون الإنبات ضعيفًا للغاية فى حرارة ٣٠°م، ومنعدمًا فى حرارة ٣٥°م. وتحدث الظاهرة نفسها أيضًا عند محاولة إنبات بذور الكرفس والشيكوريا فى درجة الحرارة المرتفعة (Hatrmann & Kester ١٩٨٣).

وقد أدى نقع بذور الخس من صنف Grand Rapids فى الماء فى الحرارة العالية لفترة طويلة إلى دخولها فى سكون ثانوى مع فقدها لقدرتها على الإنبات عند إعادتها إلى ظروف مثلى للإنبات بعد ذلك. وقد وجد أن غسيل البذور التى دخلت فى طور السكون الثانوى بالماء أعاد إليها القدرة على الإنبات – جزئيًّا – مرة أخرى. هذا .. بينما أدى استمرار غسيل البذور بالماء المقطر أثناء استنباتها فى حرارة ٣٥°م إلى تقليل دخولها فى سكون ثانوى إلى حد كبير، وكانت تلك البذور مماثلة للبذور غير الساكنة من حيث أنها لم تتطلب سوى التعرض للضوء لكى تنبت فى الحرارة الأقل، وأنها أنبتت فى الظلام إذا عوملت بحامض الجبريلليك. وقد وجد أن الماء الذى استعمل فى استنبات البذور التى دخلت فى طور سكون حرارى يمنع إنبات البذور غير الساكنة لدى معاملتها به؛ مما يعنى تكوّن مثبطات للإنبات فى البذور التى تدخل فى طور سكون ثانوى (Small & Gutterman ١٩٩١).

كانت الحساسية للحرارة العالية أعلى ما يمكن إذا تعرضت البذور لها بداية من

تشربها بالماء ولمدة لا تقل عن ثماني ساعات، هذا بينما أحدث تعريض البذور للحرارة العالية عند بداية انقسام الخلايا (أي بعد حوالى ١٢ ساعة من الزراعة) تأخيرًا قليلاً فى الإنبات. أما عندما تأخر تعريض البذور للحرارة العالية إلى ما بعد بداية انقسام خلايا الجنين ونموها فإن الإنبات استمر بصورة طبيعية. ولذا .. فإن أى وسيلة تسمح بوصول الجنين إلى مرحلة انقسام الخلايا على حرارة تتراوح بين ١٥، و ٢٢°م تجعل استمرار الإنبات ممكنًا حتى لو تعرضت البذور المزروعة لحرارة عالية بعد ذلك. ويعد ذلك المفهوم هو الأساس فى تطبيق مختلف معاملات الاستنبات والنقع فى مختلف المحاليل (seed priming) قبل الزراعة (عن Wien ١٩٩٧).

وتزداد حساسية بذور الخس للحرارة العالية بتعريضها للشدّ الرطوبى، وتزداد تلك الحساسية بزيادة درجة الشدّ الرطوبى.

ويمكن التغلب على حالة السكون الثانوى بعدد من المعاملات، كما يلى:

١ – يؤدى حفظ التقاوى فى الثلاجة بين طبقات من القماش المبلل بالماء لمدة أربعة أيام إلى التخلص من سكون البذور الحديثة الحصاد، وإلى تلافى دخول البذور فى سكون ثانوى عند الزراعة، حتى إذا ارتفعت حرارة التربة إلى ٣٠–٣٥°م.

٢ – يمكن تجنب السكون الثانوى فى حرارة ٣٠°م بنقع البذور فى محلول ثيوريا بتركيز ٠,٥٪، ويظل تأثير الثيوريا فعالاً حتى مع تجفيف البذور قبل الزراعة.

٣ – وجد أن للإثيلين، وثانى أكسيد الكربون، والجبريللين، والكاينتين، والإثيفون تأثيرًا منشطًا على إنبات بذور الخس فى درجات الحرارة المرتفعة (Sharples ١٩٧٣). لكن المعاملة بالجبريللين تحل مشكلة السكون الثانوى جزئيًّا؛ إذ أدى نقع البذور فى الماء لمدة ساعتين، ثم فى الجبريللين لمدة ساعة إلى إنبات بذور الصنف جراند رابيدز Grand Rapids فى حرارة ٢٥°م، بينما لم يكن للمعاملة أى تأثير فى حرارة ٣٥°م (Lewark & Khan ١٩٧٧).

تباين الأصناف فى شدة حساسية بذورها للحرارة العالية وغياب الضوء

تتفاوت أصناف الخس كثيرًا فى مدى قدرة بذورها على الإنبات فى الحرارة

العالية. ويبين جدول (٣-١) الحد الأقصى لدرجة الحرارة التى تسمح بحدوث ٥٠٪ إنبات فى خلال سبعة أيام فى عدد من أصناف الخس. ويتبين من الجدول أن أصناف طراز خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى هى أكثر الأصناف حساسية للحرارة العالية (Gray ١٩٧٥).

جدول (٣-١): درجة الحرارة القصوى التى تنبت عندها البذور بنسبة ٥٠٪ – فى خلال ٧ أيام – فى عدد من أصناف الخس.

الطراز	الصنف	الحرارة (°م)
خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى	Hilde	٢٥,٧
	Plenos	٢٥,٩
	Borough Wonder	٢٧,٠
	Standwell	٢٧,٣
	Feltham King	٢٨,٤
	Avondefiance	٢٨,٥
	Mildura	٢٩,٨
خس الرومين	Dorina	٣١,٠
	Little Gem	٣١,٠
خس الرؤوس ذات الأوراق السهلة التقصف	Great Lakes 659	٣١,٠
	Avoncrisp	٣٢,٨

هذا مع العلم بأن درجة الحرارة المثلى لإنبات جميع الأصناف التى تضمنتها الدراسة – وعددها ٢٢ صنفًا – تراوحت بين ١٥، و ٢٢°م.

وبينما يعد الصنف Grand Rapids من أكثر أصناف الخس حساسية للسكون الثانوى، فإن تلك الظاهرة لم تحدث لبذور الصنفين New York، و Great Lakes علمًا بأن الصنف الأخير كان أكثر حساسية لغياب الضوء، كما كان الصنف Cobham Grean شديد الحساسية للحرارة العالية (عن Ryder ١٩٩٩).

ومن بين التراكيب الوراثية الأخرى التى تتحمل بذورها الإنبات فى الحرارة

العالية: السلالة PI251245، والصنف الإسبانى الورقى Maturo الذى يعتقد بأن صفة تحمله للحرارة قد نقلت إلى الصنفين Tall Guzmaine، و Floricos 83.

كما وجد بدراسة ٦٢ تركيبًا وراثيًا من الخس حُصِلَ عليها من مواقع مختلفة أن تلك التى جمعت من مناطق حارة كانت أكثر قدرة على الإنبات فى الحرارة العالية (عن Sung وآخرين ١٩٩٨ب).

دور الحرارة التى كانت سائدة وقت إنتاج البذور فى سكونها

تزداد قدرة البذور على الإنبات فى الحرارة العالية عندما يكون قد سبق إنتاجها فى حرارة عالية. ولدراسة هذا الموضوع أنتجت بذور خمسة تراكيب وراثية من الخس تختلف فى شدة حساسيتها للسكون الحرراى (هى الأصناف Dark Green Boston، و Valmaine الحسّاسين thermosensitive، و Floricos 83، و Everglades، و PI 251245 المتحملة thermotolerant) فى حرارة (نهار/ليل): ٢٠/١٠، أو ٢٥/١٥، أو ٣٠/٢٠، أو ٣٥/٢٥°م، وذلك بهدف التعرف على تأثير تلك الظروف التى أنتجت فيها البذور على إنباتها فى حرارة تراوحت بين ٢٤، و ٣٦°م مع ١٢ ساعة إضاءة. ولقد وجد أنه مع زيادة حرارة الإنبات ازدادت نسبة الفشل فى الإنبات. وفى حرارة إنبات أعلى من ٢٧°م فإن البذور التى تكونت فى حرارة ٢٠/١٠ أو ٢٥/١٥°م انخفض إنباتها بدرجة أشد عن تلك التى تكونت فى حرارة ٣٠/٢٠ أو ٣٥/٢٥°م. وكانت بذور الصنفين Dark Green Boston، و Everglades التى أكملت تكوينها فى حرارة ٣٠/٢٠°م على درجة أعلى من تحمل الحرارة العالية عند الإنبات عند تلك التى أكملت تكوينها فى حرارة أقل. وأما بذور الصنف Valmaine التى أنتجت فى حرارة ٢٠/١٠°م فقد كان إنباتها فى حرارة ٣٠°م بنسبة ٤٠٪، ولكن تلك التى أنتجت فى حرارة أعلى زاد إنباتها عن ٩٥٪، هذا بينما لم يتأثر إنبات بذور الصنف Valmaine – فى حرارة تزيد عن ٣٠°م – بدرجة الحرارة التى أنتجت فيها البذور. ويعنى ذلك أن الحد الأقصى الحرارى الذى يمكن أن تنبت عنده بذور الخس يتأثر بدرجة الحرارة التى تنتج فيها البذور، حيث تزداد القدرة على الإنبات فى بذور الأصناف الحساسة للحرارة المرتفعة، ويصبح إنبات بذور السلالة PI 251245 كاملاً – على حرارة ٣٦°م – عندما يكون إنتاج البذور فى حرارة عالية (Sung وآخرون ١٩٩٨ب).

دور الأكسجين في سكون البذور وإنباتها

يتطلب إنبات بذور الخس توفر الأكسجين في التربة حول البذور، ويعد ذلك أحد الأسباب التي تستدعي أن تكون زراعة البذور سطحية، وهو أمر تزداد أهميته في الأراضي الثقيلة عما في الخفيفة. وقد وجدت علاقة قوية بين مدى توفر الأكسجين للبذور ودرجة الحرارة التي يمكن أن يحدث عندها الإنبات، ذلك لأن الأكسجين يقل توفره للجنين في الحرارة العالية مقارنة بمدى توفره في الحرارة المنخفضة. وعادة .. لا تنبت البذور في حرارة ٣٠°م، ولكن الجنين يمكنه النمو في تلك الدرجة إذا أزيل الغلاف البذرى والإندوسبرم. ويعني ذلك أن تلك الطبقات تعيق نفاذ الأكسجين إلى الجنين إلى حد يجعل مستواه غير كافٍ في الحرارة العالية.

وكقاعدة عامة .. فإن تلك العلاقة بين درجة الحرارة وتيسر الأكسجين للجنين تكون أكثر وضوحا في البذور الحديثة الحصاد عنها في البذور القديمة إلى درجة أن البذور التي يبلغ عمرها سنتان غالبًا ما يكون إنباتها أسرع وأكثر تجانسًا عن إنبات البذور الحديثة الحصاد (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

وتأكيدًا لدور الأكسجين في السكون الثانوى لبذور الخس، فقد وجد أن المشكلة تزداد حدة عند زراعة البذور المغلفة التي تستعمل لأجل إحكام مسافة الزراعة؛ حيث يؤدى التغليف - الذى يبطئ من نفاذ الأكسجين إلى البذرة - إلى خفض درجة الحرارة التي تدخل عندها البذور في حالة السكون (عن Valdes & Bradford ١٩٨٧).

وبينما أدت معاملة بذور الخس بأى من السيكلوهكسيميد cycloheximide أو الكلورامفينيكول chloramphenicol (وهما مثبطان للتنفس) إلى تثبيط إنباتها إلا أن ذلك التأثير أمكن التغلب عليه – واستعادت البذور قدرتها على الإنبات بالمعاملة بالكاينتين والأكسجين، على التوالى. كذلك فإن التأثير المثبط للإنبات لكلا المركبين أمكن التخلص منه كلية (بنسبة ١٠٠٪) بالمعاملة المزدوجة بكل من الكاينتين والأكسجين. هذا بينما لم يكن لأى من حامض الجبريلليك أو الإثيلين دورًا في التغلب على التأثير المثبط لأى من السيكلوهكسيميد أو الكلورامفينيكول (Schultz & Small ١٩٩١).

دور الغلاف البذرى (الثمرى) في السكون

إن منع الإنبات الذى تحدثه الحرارة العالية يتحدد من خلال التأثير المقيِّد للغلاف

الثمرى وضعف قوة نمو الجنين؛ فمع ارتفاع درجة الحرارة لا يستطيع المحور الجنينى توليد قوة كافية للنفاذ من الغلاف الثمرى. وإذا ما تم وخز الغلاف الثمرى أو شقه أو إزالته، فإن الإنبات يتحسن كثيرًا؛ مما يعنى أن تلك الظاهرة ليست خاصة بالجنين (عن Wien ١٩٩٧).

تتضمن الأغلفة التى تحيط بجنين بذرة الخس الغلاف الثمرى الخارجى pericarp والأغلفة البذرية integuments، والإندوسبرم. ولكى يحدث الإنبات لابد أن يخترق محور الجنين تلك الطبقات. وفى درجات الحرارة العالية التى يحدث عندها السكون الحرارى تعمل تلك الأغلفة كعائق فيزيائى يمنع الإنبات. ويؤدى قطع أو إزالة الإندوسبرم، والأغلفة البذرية، والبيريكارب إلى التغلب على مشكلة السكون الحرارى. كذلك فإن إضعاف الأنسجة مقابل قمة الجذير ربما يكون كافيًا للتخلص من موانع الإنبات؛ بما يسمح ببزوغ الجذير. ولمعاملات نقع البذور seed priming تأثير مماثل فيما يتعلق بتحسين الإنبات وخاصة فى الحرارة العالية (عن Sung وآخرين ١٩٩٨أ).

ويذكر أن سبب دخول بذور الخس فى حالة سكون ثانوى عند محاولة إنباتها فى درجات الحرارة المرتفعة هو أن التنفس يزداد بشدة تحت هذه الظروف، وتزداد بذلك الحاجة إلى تبادل الغازات، ولكن قد يعوق غشاء الإندوسبرم endosperm membrare حركة الغازات من البذور وإليها، ومن ثم .. يتسبب فى دخول البذور فى حالة سكون، إلاّ أن محاولة استنبات البذور فى درجة حرارة منخفضة تساعد على تمزق هذا الغشاء، واستكمال المراحل الأولى للإنبات، بحيث يمكن للبذور أن تنبت بسهولة بعد ذلك فى درجات الحرارة المرتفعة.

وقد حصل Guedes وآخرون (١٩٨١) على نتائج تؤيد هذه النظرية، عندما قاموا بنقع البذور لفترة محدودة فى حرارة معتدلة، وإثبات أن التمزقات التى تحدث فى غشاء الإندوسبرم آنذاك لها علاقة أكيدة بإمكان إنبات البذور فى حرارة مرتفعة بعد ذلك. وقد عامل الباحثون بذور الخس من صنف مينيتّو Minetto بالنقع فى الماء فى حرارة ٢٠°م، أو فى محلول فوسفات البوتاسيوم فى حرارة ١٥°م لفترات مختلفة، وبعد تجفيف البذور قاموا باستنباتها فى حرارة ٣٠°م، وكانت نتائج دراساتهم كالتالى:

١ – لم يكن للنقع فى الماء – لمدة ٦ ساعات – تأثير على إنبات البذور فى درجات الحرارة المرتفعة، ولكن ازدادت فاعلية معاملة النقع فى الماء مع زيادة مدة المعاملة. وحدث أحسن إنبات فى حرارة ٣٥°م، عندما كان النقع فى الماء لمدة ١٦ ساعة.

٢ – كان النقع فى محلول ١٪ فوسفات البوتاسيوم أكثر فاعلية فى التأثير على الإنبات فى حرارة ٣٥°م، وحدث أحسن إنبات عندما كانت فترة النقع ٩ ساعات، وكانت فترات النقع الأقل من ذلك أقل فاعلية.

٣ – عند النقع فى محول ١٪ فوسفات البوتاسيوم لم يظهر أى تمزق بغشاء الإندوسبرم فى فترات النقع القصيرة، ولكن بعد ٩ ساعات من النقع ظهر التمزق، وازداد ظهوره تدريجيًّا مع زيادة فترة المعاملة، حتى كان واضحًا تمامًا بعد ٢١ ساعة.

ولقد دخلت بذور صنف الخس Vol-Tex 39 فى طور سكون ثانوى عند محاولة استنباتها فى حرارة ٣٠°م، بينما أنبتت بذور الصنف Floricos بنسبة ١٠٪ فى ٣٤°م. وقد ازداد تحمل كلا الصنفين لظروف الشدّ الحرارى عندما أزيل الغلاف البذرى فيهما (Dunlap وآخرون ١٩٩٠)

كذلك وجد أن البذور التى عوملت بالنقع (primed seed) كان محتواها المائى النهائى أعلى من محتوى البذور التى لم تنقع، وكانت قادرة على الإنبات فى ٣٦°م، بينما لم يحدث إنبات على تلك الدرجة فى البذور الحساسة التى لم تنقع. وقد أجريت اختبارات لتحديد القوة التى تلزم لاختراق البذور الكاملة أو الإندوسبرم فى خمسة تراكيب وراثية تتباين فى شدة حساسيتها أو تحملها للحرارة العالية، وذلك على درجتى ٢٤، و ٣٣°م، وأظهرت النتائج أن الصنف Dark Green Boston – وهو صنف حساس للحرارة – كان أعلاها فى شدة مقاومة بذوره للاختراق (٠,٢٠٧ نيوتن N)، بينما كانت السلالة PI251245 – وهى سلالة تتحمل الحرارة العالية – أقلها (٠,١٣٩ نيوتن). ولقد تباينت مقاومة الإندوسبرم فى الخمسة تراكيب وراثية للاختراق، إلاّ أن ثلاثة تراكيب متحملة للحرارة كانت مقاومة الإندوسبرم فيها للاختراق أقل مما فى صنفين حساسين للحرارة. ولقد انخفضت القوة التى لزمت لاختراق البذور مع زيادة فترة تشريب البذور بالماء على ٣٦°م فى كل من البذور التى سبق نقعها وتلك التى

لم يسبق نقعها فى كل من التركيبين الوراثيين المتحملين للحرارة، ولكن ليس فى التراكيب الوراثية الحساسة، بينما أدى النقع إلى تقليل القوة الابتدائية التى لزمت لاختراق البذور والإندوسبرم فى كل التراكيب الوراثية. ولذا .. فإن بروز الجذير من البذرة يتطلب أولاً خفض مقاومة طبقة الإندوسبرم، ثم إضعاف البيريكارب والأغلفة البذرية بالقدر الكافى (Sung وآخرون ١٩٩٨أ)

دور التغيرات الكيميائية الداخلية والهرمونية والإنزيمية فى سكون البذور والتخلص منه

١ - دور الأمينات المتعددة

على الرغم من زيادة تركيز الأمينات المتعددة polyamin فى البذور التى تمت تهيئتها (نقعها) لدى محاولة استنباتها على ٣٥°م، فإنه لم يثبت وجود علاقة بينها وبين التخلص من السكون الحرارى (Huang & Khan ١٩٩٢).

٢ - الإثيلين:

تبين أن مركب 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (اختصارًا: ACC) يلعب دورًا فى التخلص من السكون الحرارى، حيث يزداد تركيزه فى البذور التى سبقت معاملتها بالـ priming (النقع) لدى استنباتها على ٣٥°م، وتؤدى المعاملة بالمركب aminoethoxyvinylglycine (اختصارًا AVG) المثبط لتمثيل الـ ACC إلى خفض تركيزه ومنع الإنبات على ٣٥°م، كما تؤدى المعاملة بأى من الـ ACC الخارجى أو الإثيفون أو الإثيلين إلى استعادة البذور المعاملة بالـ AVG لقدرتها على الإنبات فى حرارة ٣٥°م، كما أن الكوبالت – وهو مثبط لتحول الـ ACC إلى إثيلين يمنع – جزئيًا – إنبات البذور التى سبقت معاملتها بالـ priming – على حرارة ٣٥°م (Huang & Khan ١٩٩٢).

ولقد وجد فى الأصناف ذات القدرة على الإنبات فى الحرارة العالية أن البذور تنتج الإثيلين خلال فترة تشربها بالماء، بينما لا يحدث ذلك فى بذور الأصناف التى يثبط إنباتها بفعل الحرارة العالية خلال استنباتها. وقد أدت معاملة البذور بالإثيفون (الذى ينتج الإثيلين)، أو ببادئ الإثيلين ACC، أو بالإثيلين ذاته إلى تقليل السكون الحرارى إلى حد ما، ولكن تلك المعاملات لم تكن فعالة فى حرارة ٣٥°م. وأدى الجمع بين المعاملة

بالإثيفون وشق الغلاف الثمرى إلى تحقيق مزيد من التحسن فى الإنبات فى الحرارة العالية، مما حدى بالبعض إلى الاعتقاد بأن إنتاج البذور للإثيلين فى الحرارة العالية قد يتوقف بسبب نقص الأكسجين الذى يحدثه الغلاف الثمرى غير المنفذ للغازات. هذا إلا أنه لا يعرف إلى الآن كيف يعمل الإثيلين على تحسين الإنبات فى الحرارة العالية، باستثناء ما وجده أحد الباحثين من أن الأجنة التى عوملت بالإثيلين كانت السويقة الجنينية السفلى فيها سميكة، وأن ذلك قد يسمح للجنين بشق الغلاف الثمرى والنفاذ منه، ولكن الغلاف الثمرى ذاته لم تتأثر مقاومته فى الحرارة العالية بالمعاملة بالإثيلين (عن Wien ١٩٩٧).

وجد Mascimento وآخرون (٢٠٠٠أ) أن بذور التركيبين الوراثيين المتحملان للحرارة العالية: الصنف Everglades والسلالة PI251245 ازداد فيهما نشاط الإنزيم endo-β-mannanase قبل خروج الجذير على حرارة ٣٥°م عما فى الأصناف الحساسة للحرارة: Dark Green Boston، و Valmine، و Floricos 83. كذلك أنتجت بذور التركيبين الوراثيين المتحملين للحرارة قدرًا أكبر من الإثيلين فى الحرارة العالية.

وفى حرارة ٣٥°م كان إنبات بذور الصنفين Dark Green Boston، و Everglades – الحساسين للحرارة – والتى أنتجت فى حرارة (نهارًا/ليلاً) ٢٠/١٠°م .. كان إنباتها ١٠٪، و ٣٢٪، على التوالى، بينما كان إنبات البذور التى أنتجت فى نظام حرارى ٣٠/٢٠°م ٦٧٪، و ٨٣٪ فى الصنفين، على التوالى. وكان نشاط الإنزيم endo-β-mannanase قبل بزوغ الجذير أعلى فى بذور دارك جرين بوسطون المنتجة فى نظام حرارى ٣٠/٢٠°م عما فى تلك التى أنتجت فى ٢٠/١٠°م. وقد تأكد بذلك وجود علاقة بين قدرة البذور على الإنبات فى الحرارة العالية، وقدرتها على إنتاج الإثيلين، والزيادة فى نشاط الإنزيم endo-β-mannanase قبل بزوغ الجذير (Nascimento وآخرون ٢٠٠٠).

ولقد اقترح أن الإثيلين يتغلب على التأثير المثبط للحرارة العالية فى البذور الحساسة للحرارة بإضعاف الإندوسبرم من خلال زيادته لنشاط الإنزيم endo-β-mannanase الذى يعمل على تحليل السكريات المتعددة التى تحتوى على الجالاكتومانًان galactomannan (عن Nascimento وآخرين ١٩٩٩).

كما وجد أن تثبيط إنزيم الجلوتامين سنثيز glutamine synthase ربما يؤدى إلى دخول البذور فى سكون حرارى (عن Ryder ١٩٩٩).

ويعتقد بأن الجبريللين GA_1 هو الجبريللين الرئيسى النشط فسيولوجيًّا فى إنبات بذور الخس. وقد وجد أن المستوى الطبيعى لهذا الجبريللين ازداد بعد حوالى ٦ ساعات من تعريض البذور للضوء الأحمر لفترة قصيرة إلى ثلاثة أمثال مستواه فى الظلام، كما أدى تعريض البذور للأشعة تحت الحمراء بعد تعريضها للضوء الأحمر إلى تثبيط فعل الضوء الأحمر (Toyomasu وآخرون ١٩٩٣، و ١٩٩٨).

وقد أجريت دراسة للتعرف على دور حامض الأبسيسك abscisic فى إنبات بذور الصنف الحساس للضوء رتسا Ritsa والصنف غير الحساس استرادا Strada، وقد وجد أن تثبيط إنبات بذور الصنف رتسا بالمعاملة بحامض الأبسيسك كان أشد مما فى الصنف استرادا، وانخفض مدى هذا التثبيط – فى كلا الصنفين – بتعريض البذور للضوء لفترة قصيرة. وكانت حساسية كلا الصنفين لمعاملة حامض الأبسيسك أشد فى حرارة ٢٥°م عما فى ١٥°م. وكان مستوى حامض الأبسيسك الطبيعى متماثلاً فى البذور الجافة لكلا الصنفين، ولكنه ازداد مؤقتًا فى بذور الصنف رتسا خلال الساعات الأربع الأولى من تشربها بالماء فى الظلام، الأمر الذى لم يحدث فى بذور استرادا ولا فى بذور رتسا التى عرضت لفترة قصيرة من الإضاءة. وأدت المعاملة بالمركب Zorial (يحتوى على Norflurazone) – وهو مثبط لتمثيل حامض الأبسيسك – إلى نقص محتوى البذور من الحامض والسماح بإنبات بذور الصنف رتسا الحساس للضوء فى الظلام. وأدى تعريض بذور رتسا لفترة إضاءة قصيرة إلى تحفيزها للإنبات، وذلك إذا ما تم التعريض للضوء بعد ٢٤–٤٨ ساعة من تشربها بالماء؛ أى بعد حدوث الزيادة المرحلية فى حامض الأبسيسك. هذا بينما كان حامض الجبريلليك مؤثرًا حينما استخدم فى معاملة البذور فى بداية تشربها بالماء. ولقد اقترح أن الضوء يحفز إنبات بذور الصنف رتسا الحساسة للضوء عن طريق تثبيط تمثيل حامض الأبسيسك وتقليل حساسية البذور للحامض ولنشاطه المثبط (Roth-Bejerano وآخرون ١٩٩٩).

دور الحرارة المنخفضة فى التغلب على السكون

تحتاج بعض البذور – مثل الخس – إلى التعرض للحرارة المنخفضة وهى متشربة للماء

حتى تنبت. وتختلف تلك المعاملة عن معاملة التنضيد التى تستمر مدة طويلة، وتستكمل خلالها البذور نضجها الفسيولوجى. أما فى هذه الحالة .. فإن معاملة الحرارة المنخفضة – مثلها فى ذلك مثل معاملة التعريض للضوء – فإنها تؤدى إلى إحداث تغيرات بنائية، من شأنها التخلص من موانع الإنبات والسكون (Pollock & Toole ١٩٦١).

ويعتبر الخس من محاصيل الخضر التى تحتاج بذورها إلى التعريض للحرارة المنخفضة وهى متشربة للماء حتى تنبت. وتختلف أصناف الخس فى مدى احتياجها إلى هذه المعاملة، كما تقل هذه الاحتياجات كلما تقدمت البذور فى العمر بعد الحصاد.

ورغم أن استنبات بذور الخس غير الساكنة فى حرارة مرتفعة (٢٥°م أو أعلى) يؤدى إلى دخول البذور فى طور سكون ثانوى secondary dormancy .. إلاّ أن هذا الكسون الثانوى يمكن تجنبه بتعريض البذور المتشربة للماء لحرارة ٤–٦°م لمدة ٣–٥ أيام قبل زراعتها. وتكفى هذه المعاملة لكسر سكون البذور الحديثة الحصاد، كما تمنع دخول البذور فى سكون ثانوى حتى ولو ارتفعت حرارة التربة إلى ٣٠–٣٥°م بعد الزراعة. وعمليًا .. تتم هذه المعاملة بحفظ التقاوى بين طبقات من القماش المبلل بالماء فى الثلاجة لمدة ٤ أيام وفى معظم الأصناف تعتبر حرارة ٢٠–٢٥°م هى الحد الأقصى للإنبات؛ حيث تدخل البذور فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك فى طور سكون ثانوى إن لم تكن قد سبقت معاملتها بالحرارة المنخفضة (Thompson & Kelly ١٩٥٧).

هذا .. إلاّ أن أصناف الخس تختلف فى درجة الحرارة القصوى التى يمكن معها إنبات البذور الحديثة الحصاد؛ ففى ٢٥°م تنبت بذور الصنف أيسبرج Iceberg بصورة جيدة، بينما لا يحدث أى إنبات فى الصنف هوايت بوسطن White Boston. ومع تقدم البذور فى العمر بعد الحصاد .. يرتفع الحد الأقصى لدرجة الحرارة التى يمكن معها الإنبات. وبعد نحو أربعة أشهر من التخزين الجاف يمكن لبذور الخس أن تنبت بصورة لا بأس بها فى حرارة ٢٥°م، ولكن درجات الحرارة الأعلى من ذلك تدفع البذور إلى الدخول فى طور سكون ثانوى.

وقد وجد أن تبادل الحرارة بين الانخفاض والارتفاع ليلاً ونهارًا يساعد على إنبات بذور الخس. ففى حرارة متغيرة ١٥/٣٠°م (ليلاً/نهارًا) .. كانت نسبة الإنبات قريبة من

نسبة الإنبات في درجة حرارة ثابتة مقدارها ٢٠°م. أما الحرارة المتغيرة ٢٠/٣٠°م (ليلاً/نهارًا) .. فلم يكن لها تأثير يذكر. وقد ازدادت استجابة البذور للحرارة المتغيرة مع تقدمها في العمر، كما اختلفت هذه الاستجابة باختلاف الأصناف (Crocker & Barton ١٩٥٣).

دور الضوء في التغلب على السكون

تمر البذور الحديثة الحصاد من بعض أصناف الخس بطور سكون تحتاج خلاله إلى ضوء، حتى يمكنها الإنبات. فبذور الخس صنف Hubbard Market لا تنبت مطلقًا في الظلام لمدة أسبوعين بعد الحصاد. وترتفع نسبة إنبات البذور في الظلام - بصورة تدريجية - مع التخزين الجاف، ولكنها تظل منخفضة حتى بعد ١,٥ سنة من التخزين الجاف؛ إذ تبلغ نسبة الإنبات حينئذ في الظلام نحو ٥٠٪، ولكن هذه البذور تعطي إنباتًا كاملاً إذا عُرضت للضوء - ولو لمدة ثوان قليلة - أثناء تشربها للماء. وبالمقارنة فإن بعض الأصناف الأخرى يمكن أن تنبت بذورها بصورة كاملة في الظلام بعد فترة قصيرة من التخزين الجاف.

وتعرف ظاهرة السكون الظلامي للبذور (أي عدم الإنبات في غياب الضوء) باسم skotodormancy.

ولقد عرفت ظاهرة تحفيز الضوء الأحمر أو الأبيض لإنبات بذور الخس، وتثبيط الظلام أو الأشعة تحت الحمراء لإنباتها بواسطة Flint & McAlister منذ عام ١٩٣٧، وتحدد الطول الموجي المؤثر في تلك الخاصية منذ عام ١٩٥٢ (بواسطة Borthwick وآخرين) بمقدار ٦٦٠ نانوميتر للتحفير، و ٧٣٥ نانوميتر للتثبيط. وقد اقترح الباحثون لتفسير ذلك تفاعلاً يحدث بين الضوء والنبات (البذرة) وصبغة معينة، ووجد أن هذا التفاعل يمكن عكس مساره لعدد لانهائي من المرات، وأن التعرض الأخير هو المحدد لتحفيز الإنبات أو منعه. تعرف تلك الصبغة باسم الفيتوكروم phytochrome، وهي تأخذ إحدى صورتين: Pfr عند التعرض للضوء الأحمر، و Pr عند التعرض للأشعة تحت الحمراء. وعندما تصبح نسبة الصورة Pfr إلى الفيتوكروم الكلي عالية بعد التعرض للضوء

الأحمر أو الأبيض يحدث الإنبات. وفى المقابل .. عندما تصبح تلك النسبة منخفضة بعد التعرض للأشعة تحت الحمراء أو للظلام يتوقف الإنبات (عن Ryder ١٩٩٩).

- أدت زيادة مستوى صورة الصبغة Pfr إلى إحداث زيادة متنامية فى درجة الحرارة العظمى للإنبات. وازداد مستوى الصورة Pfr الذى يلزم لحدوث ٥٠٪ إنبات – بعد التعرض لوميض واحد من الضوء – ازداد من حوالى ١١٪ عند ١٥°م، و ٢٠°م إلى ٨٦٪ عند ٥٠,٥°م (Kristie & Fielding ١٩٩٤).

وإذا ما تعرضت البذور المتشربة للماء للأشعة تحت الحمراء لفترة قصيرة ثم للظلام لمدة يوم على ٢٠°م للوصول إلى مستوى شديد الانخفاض من الصورة Pfr لصبغة الفيتوكروم، ثم عرضت لحرارة منخفضة ، فإن الإنبات يتحفز حتى ولو عرضت البذور – بعد ذلك – للأشعة تحت الحمراء. وكلما ازداد الانخفاض فى درجة الحرارة – حتى ٤°م – كلما ازدادت الحساسية للأشعة تحت الحمراء التى تتعرض لها البذور بعد ذلك وازدادت نسبة الإنبات تبعًا لذلك. وفى المقابل تقل الحساسية كلما ازدادت فترة التعرض لحرارة ٢٠°م قبل التعريض للأشعة تحت الحمراء.

وفى ظروف المستويات المنخفضة من الإشعاع الضوئى الأبيض يكون تأثير الأشعة الحمراء سائدًا على تأثير الأشعة تحت الحمراء، بينما يحدث العكس – ويثبط الإنبات – فى ظروف الإضاءة القوية، علمًا بأن ذلك التأثير لا علاقة له بدرجة الحرارة.

وبتعرض أجزاء مختلفة من بذور الخس – على امتداد طولها – لحزم ضوئية صغيرة جدًا microbeams بعد إزالة الغلاف الثمرى الخارجى pericarp .. وجد أن الموقع المستقبل للأشعة هو السويقة الجنينية السفلى (عن Ryder ١٩٩٩).

ولقد تبين أن الاحتياجات الضوئية لإنبات البذور فى الخس يتم تنظيمها من خلال الغلاف الثمرى، وخاصة طبقات البشرة الداخلية endodermis التى إذا ما أزيلت فإن بذور الخس الحساسة للضوء تنبت إنباتًا كاملاً فى الظلام. وبتعريض البذور للضوء أثناء تشربها بالماء فإن القوة التى تلزم لنفاذ الجنين من الغلاف الثمرى تقل بشدة؛ بما يسمح للجنين بالنفاذ. تبدأ المرحلة الحساسة للضوء بعد بداية امتصاص البذور للماء بنحو ٩٠

دقيقة، ولا تتأثر الاستجابة للضوء بأى من درجة الحرارة أو الأكسجين. ويمكن للمعاملة بحامض الجبريلليك أن تحل محل الاحتياجات الضوئية؛ وربما يحدث ذلك التأثير للجبريللين من خلال جعله طبقة الإندوسبرم - فى الأصناف ذات الاحتياجات الضوئية للإنبات - أقل صلابة فى الظلام.

وتختلف أصناف الخس كثيرًا فى احتياجاتها الضوئية للإنبات، ولكن معظم الأصناف لا يلزمها الضوء للإنبات فى حرارة ٢٠-٢٥°م. ويوجد تفاعل قوى بين الحرارة والضوء فى التأثير على الإنبات؛ فنجد - مثلاً - أن بذور الصنف Grand Rapids تنبت بسهولة فى الظلام على حرارة ١٥°م، ولكن إنباتها يثبط بشدة فى الظلام على حرارة ٢٠°م أو أعلى من ذلك.

وبسبب الحساسية للضوء .. وجد أن بذور الأصناف ذات الاحتياجات الضوئية للإنبات تأخر إنباتها كثيرًا عندما زرعت على عمق ٦ مم مقارنة بزراعتها على عمق ٢ مم، علمًا بأن أقل من ١٪ من الأشعة الشمسية الساقطة تنفذ إلى عمق يزيد عن ٢,٢ مم فى الأراضى الناعمة. وتزداد حدة المشكلة باستعمال البذور المغلفة فى الزراعة إلا إذا كان الغلاف المستعمل يذوب بسرعة أو يتشقق بمجرد بلة بالماء (عن Wien ١٩٩٧).

دور المعاملة بمنظمات النمو وبعض المركبات الأخرى فى التغلب على السكون

يمكن أن تحل معاملة بذور الخس ببعض منظمات النمو محل الاحتياجات الضوئية لكسر حالة السكون. مثال ذلك .. المعاملة بحامض الجبريلليك، الذى أمكن عزله من بذور الخس والفاصوليا وغيرهما؛ مما يدل على أن له دورًا فى الإنبات فى الطبيعة. كذلك يُحسن إندول حامض الخليك IAA من إنبات بذور الخس فى الظلام، ولكن تأثيره لا يكون واضحًا إلاّ عندما تكون نسبة الإنبات فى الظلام - فى البذور غير المعاملة - منخفضة بدرجة كبيرة. أما إذا كانت نسبة الإنبات متوسطة الارتفاع أصلاً .. فإن المعاملة بالـ IAA لا يكون لها تأثير يذكر فى هذا الشأن (Mayer & Poljakoff-Mayber ١٩٨٢).

كذلك وجد أن المعاملة بحامض الجبريلليك حفزت الإنبات حتى مع التعرض

للأشعة تحت الحمراء، بينما كان للإثيلين مع الجبريللين تأثيرًا تداؤبيًا (أكثر فاعلية من أى منهما منفردًا) على الإنبات. وفى المقابل فـإن الأنسـيميدول ancymidol (وهـو مثبـط لتمثيل الجبريللين) ثبط الإنبات حتى مع التعرض للضوء الأحمر.

كما أمكن التغلب على السكون الحـرارى بالمعاملـة بالثيوريـا thiourea، والكينيـتن، والإثريل كذلك وجد تأثير تداؤبى (تعاونى) لبعض المركبات. فمثلاً . وجـد أن المعاملـة بالجبريللين والكاينتين معًا أدى إلى تحفيز الإنبات فى الحرارة العالية بدرجة زادت عن أى منهما منفردًا، بينما حفز ثانى أكسيد الكربون فى وجود الإثيلين الإنبات على حرارة ٣٥°م. وازداد الإنبات بزيادة الفترة بعد الحصاد (after ripening) حتى ثلاث سـنوات، ولكن تدهورت حيوية البذور بعد ذلك ولم تكن قادرة على الإنبات حتى على ١٥°م (عـن Ryder ١٩٩٩).

وقد أمكن إنبات بذور الخس فى حرارة ٣٥°م بنقع البذور لمدة ٣ دقـائق فـى محلـول كاينتين Kinetin، بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون (Smith وآخـرون ١٩٦٨) وفـى دراسـة أخرى وجد أن نقع بذور الخس صنف هلـدى Hilde فـى الكـاينتين (بـتركيز ٢,٣ × ١٠ ° مولار) لمدة أربع ساعات، ثم تخفيفها لمـدة سـاعة، أدى إلى رفـع درجـة الحـرارة القصوى للإنبات فى الضوء من ٢٢,٥ إلى ٣٠,٥°م، واستمر ذلك التأثير ساريًا حتـى بعـد ٣٠ أسبوعًا من المعاملة (Gray & Steckel ١٩٧٧).

كما وجد أيضًا أن نقع بذور الخس صنف فونكس Phoenix لمدة ٣ دقائق فى محلـول كاينتين بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون، ثم تجفيفـها فـى الهـواء .. أدى إلى زيـادة نسبة إنبات البذور فى كل من درجة الحرارة المرتفعة والضغط الأسمـوزى المرتفـع (Odegbaro & Smith ١٩٦٩).

كذلك وجد Zeng & Khan (١٩٨٤) أن معاملة بـذور الخـس مـن الأصنـاف: جرانـد رابيدز Grand Rapids، وميزا ٦٥٩ Mesa 659 قبـل الزراعـة بـأى مـن منظمـات النمـو pthalimide، أو GA_{4+7} مع الكاينتين بمفـرده أو مـع الإثيفـون .. أدت إلى تقليـل الأثـر الضار للحرارة المرتفعة (٢٠°م ليلاً لمدة ١٢ سـاعة/٣٠°م نهارًا) على إنبات البـذور وظـهور البادرات من التربة. وقد أدت المعاملة بـ GA_{4+7} أيضًا إلى إحداث زيادة كبيرة فـى طـول السـويقة الجنينية السفلى، بالمقارنة بالمعاملة بالـ pthalimide.

كما أدى نقع بذور ثلاثة أصناف من الخس فى محلول K_3PO_4 بتركيز ١٪ لمدة ساعتين فى الظلام إلى خفض شدة تعرضها للسكون الحرارى. وأدت إضافة البنزيل أدنين إلى محلول النقع بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة نسبة إنبات بذور الصنف جريت ليكس – فى أطباق بترى على ٣٥°م – من ٦٥٪ فى البذور التى سبق نقعها فى K_3PO_4 فقط إلى ٩٢٪ عندما أضيف البنزيل أدنين. وكانت تلك النسب فى الصنف South Bay هى: ٢٤٪، و ٨٦٪ على التوالى (Cantliffe ١٩٩١).

كذلك تؤدى معاملة بذور الخس بالكينتين Kinetin إلى جعلها أكثر حساسية للضوء، بحيث يمكن لأقل معاملة ضوئية أن تؤدى إلى كسر حالة السكون. لذلك يعتبر الكينتين عاملاً مساعدًا على الإنبات فى الظلام ولكنه لا يحل محل الاحتياجات الضوئية كلية.

ويمكن زيادة فاعلية المعاملة بالكينتين بنقع البذور فى الأسيتون، أو فى الـ dichloromethane أولاً، ثم تجفيفها تحت تفريغ قبل نقعها فى محلول الكينتين فى حرارة ٢٥°م. وتعمل هذه المذيبات العضوية على إسراع تشرب البذور بالكينيتن. كذلك وجد أن الأسيتون يسرع من تشرب البذور بالـ GA_3، والـ IAA، دون أن يكون له تأثير ضار على البذور.

دور معاملات تهيئة البذور للإنبات Seed Priming فى التخلص من السكون

تهيأ البذور للإنبات إما بنقعها فى محاليل ذى ضغط أسموزى عال ثم زراعتها مباشرة، أو تجفيفها أولاً لتخزينها مؤقتًا قبل زراعتها (طريقة الـ osmotic priming)، وإما بكمرها لفترة محدودة فى بيئة صلبة رطبة قبل زراعتها (طريقة الـ matric priming).

١ – طريقة الـ Osmotic Priming:

يستخدم فى نقع البذور بطريقة الـ osmotic priming إما محاليل البوليثيلين جليكول أو محاليل أخرى عضوية أو لأملاح معدنية تختلف فى ضغطها الأسموزى.

لقد أدى نقع بذور الخس فى البوليثيلين جليكول ٨٠٠٠ (–١,٥٦ ميجاباسكال) لمدة ٢٤ ساعة على ١٨°م ثم تجفيفها إلى ٦٪ محتوى رطوبى .. أدى إلى منع دخول البذور فى سكون ثانوى فى حرارة تراوحت بين ٣٢، و ٣٧°م وأسرع إنباتها فى كل درجات

الحرارة المختبرة. وقد أدى تغليف البذور فى أغلفة قوامها الطين (Royal Sluis Splitkote) إلى تأخير الإنبات قليلاً وخفض الحد الأقصى لدرجة الحرارة التى يحدث عندها الإنبات مقارنة بالوضع فى البذور غير المغلفة. وقد أظهرت البذور المعاملة بالإثيلين جليكول سكونًا حراريًّا ثانويًّا عندما اختبرت بعد تغليفها مباشرة، ولكنها سريعًا ما أظهرت قدرتها على الإنبات فى الحرارة العالية. وحينما اختبرت البذور بعد خمسة أشهر من تخزينها على ٥°م، فإن البذور المعاملة بالإثيلين جليكول أمكنها الإنبات فى حرارة ٣٧°م سواء أكانت مغلفة أم غير مغلفة. وبذا .. فإن نقع البذور فى البوليثيلين جليكول ثم تجفيفها وتخزينها يعد وسيلة فعالة لتحسين إنبات البذور التى تزرع مباشرة فى الحقل الدائم فى الفترات التى تسودها حرارة عالية (Valdes & Bradford ١٩٨٧).

وقد دخلت بذور صنف الخس جراند رابيدز فى حالة سكون ثانوى عند محاولة استنباتها فى حرارة ٤٠°م لمدة ٧٢ ساعة، لكن أمكن التقليل كثيرًا من تأثير تلك الدرجة العالية بنقع البذور – على ٤٠°م – فى أى من المحاليل: بوليثيلين جليكول ٦٠٠٠ (بتركيز ٠,١٨ أو ٠,٢٦ جم/جم)، أو المانيتول (بتركيز ٠,٢ أو ٠,٤ مولار)، أو كلوريد الصوديوم (بتركيز ٠,١ أو ٠,٢ مولار). وعلى الرغم من تساوى تلك المحاليل فى ضغطها الأسموزى فإن النقع فى كلوريد الصوديوم كان الأكثر فاعلية. ولم يلزم لإنبات البذور التى عوملت بالنقع فى محلول كلوريد الصوديوم بتركيز ٠,١ مولار على حرارة ٤٠°م .. لم يلزم لإنباتها بعد ذلك فى الظلام على ٢٥°م سوى معاملتها بحامض الجبرلليك بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون (Small & Gutterman ١٩٩٢).

وكان إنبات بذور صنف الخس Emperor على ٣٥°م أعلى ما يمكن عندما عوملت البذور قبل استنباتها بالبوليثيلين جليكول مع إضافة الإثيفون (بتركيز ١٠ مللى مولار) والكينتين (بتركيز ٠,٠٠١ مللى مولار) (Prusinski & Khan ١٩٩٣).

وأثناء معاملة بذور الصنف Dark Green Boston بالنقع فى بوليثيلين جليكول ذى ضغط أسموزى قدره -١,٢ ميجا باسكال ازداد نشاط الإنزيم endo-β-mannanase بين ٢٤ ساعة و ٧٢ ساعة بعد بداية التثبيط الأسموزى، ولم يبرز الجذير فى تلك الظروف. وقد أنبتت البذور المعاملة بهذه الطريقة بنسبة ١٠٠٪ على ٣٥°م، بينما كان إنبات

البذور التى لم تعامل ٤٪ فقط على تلك الدرجة. لوحظ ازدياد نشاط الإنزيم فى البذور التى عوملت بالنقع فى البوليثيلين جليكول قبل استنباتها مقارنة بنشاط الإنزيم فى البذور التى لم تعامل (Nascimento وآخرون ٢٠٠٠).

وتعد نترات البوتاسيوم من أكثر المواد استعمالاً فى الـ osmotic priming، وكان قد اكتشف تأثيرها عندما لوحظ أن محلول نوب knob المغذى يؤدى إلى تحسين إنبات بذور الأنواع النباتية. وبالدراسة .. وجد أن ذلك التأثير كان راجعًا إلى نترات البوتاسيوم التى توجد فى المحلول المغذى. ويتوقف التأثير على التركيز المستخدم ودرجة الحرارة.

وبينما لم تتعد نسبة إنبات بذور الخس ٢٪ على ٣٠ أو ٣٥°م، فإن نقعها فى محلول ٥٠ مللى مول من فوسفات البوتاسيوم K_3PO_4 أدى إلى إنباتها بنسبة ٤٠٪ على ٣٠°م، و بنسبة ٢١٪ على ٣٥°م (Jeongوآخرون ٢٠٠٠أ). وكانت أفضل الظروف لنقع البذور فى محلول فوسفات البوتاسيوم هى حرارة ٢٠°م لمدة يومين (Jeong وآخرون ٢٠٠٠ب).

ويتعين إجراء عملية معاملة البذور بالنقع فى تلك المحاليل على حرارة ١٥°م فى الضوء مع التهوية الجيدة، ولمدة تزيد عن ١٢ ساعة، مع تجفيف البذور - بعد المعاملة - على ٢٠°م وتجنب تجفيفها فى الحرارة الأعلى عن ذلك، ثم تخزينها - لحين زراعتها - فى حرارة منخفضة. وإذا روعيت تلك الاحتياجات فإن البذور تحتفظ بقوة إنباتها العالية لعدة شهور (عن Wien ١٩٩٧).

٢ - طريقة الـ Matric Priming:

تعرف طريقة الـ matric priming - كذلك - باسم matric conditioning، وبمقتضاها تُخلط البذور ببيئة رطبة ليس لها ضغط أسموزى يذكر، حيث تمر البذور بمراحل الإنبات الأولى خلال تواجدها بالبيئة، ثم تجفف بحرص قبل زراعتها. وقد استخدمت هذه الطريقة بنجاح فى زراعة البذور البطيئة الإنبات مثل الفلفل والجزر، وهى تعد طريقة واعدة للخس، حيث تعطى إنباتًا أعلى وأسرع وأكثر تجانسًا تحت ظروف الحرارة العالية عن زراعة البذور دون معاملة (عن Wien ١٩٩٧).

وقد أدت تهيئة بذور صنف الخس Mesa 659 بخلطها بالتحضير التجارى الصلد

الرطب Micro-Cel E على ١٥°م لمدة ٢٠ ساعة إلى التخلص من السكون الحرارى وإنباتها على ٣٥°م (Huang & Khan ١٩٩٢).

دور المعاملة بالمركبات الكيميائية الأخرى وبالمستخلصات الطبيعية فى تحسين الإنبات

١ – المركبات الكيميائية:

أدت المعاملة بثيوكبريتات الفضة silver thiosulfate – وهى مثبِّطة لفعل الإثيلين – إلى تثبيط كل من نشاط الإنزيم endo-β-mannanase وإنبات البذور. هذا بينما أدت المعاملة بالـ ACC وهو بادئ للإثيلين إلى تحفيز نشاط الـ endo-β-mannanase والإنبات فى الصنف الحساس للحرارة Dark Green Boston على ٣٥°م. وتفيد هذه الدراسة أن زيادة نشاط الـ endo-β-mannanase ربما تسهم فى إضعاف الإندوسبرم، وخاصة فى الحرارة العالية (Cantliffe وآخرون ٢٠٠٠).

كما أدت معاملة بذور صنف الخس Grand Rapids – التى تحتاج إلى الضوء لإنباتها – بهيبوكلوريت الصوديوم إلى إنباتها فى كل من الضوء والظلام وعند سبق تحضينها على ٣٦°م فإن البذور المعاملة بهيبوكلوريت الصوديوم سلكت مسلك البذور التى لم تعامل، حيث ثبطت الأشعة تحت الحمراء إنباتها، بينما كان إنباتها ضعيفًا فى الظلام (Takaki & Gama ١٩٩٨).

وقد لوحظ أن الثيوريا Thiourea تحل محل الاحتياجات الضوئية فى الخس، ثم لوحظت الظاهرة نفسها فى عدد من المحاصيل الأخرى. ويختلف التركيز المناسب للثيوريا من ٠,٠٥–٠,٣٪. وتنقع البذور فى المحلول لمدة قصيرة، ثم تغسل بعد ذلك بالماء، وتزرع مباشرة أو تجفف وتحفظ لحين زراعتها.

ومن المعروف أن الفيوزيكوكسين Fusicoccin – وهو diterpine glucoside – محفز جيد لإنبات البذور فى درجات الحرارة غير المناسبة، كما أنه يحفز نمو السويقة الجنينية السفلى دون أن تصبح البادرات رهيفة وضعيفة. وكما سبق بيانه . فإن كلاً من حامض الجبرلليك والكاينتين يحفز إنبات بذور الخس فى الحرارة العالية، إلا أن الجبرللين يجعل السويقة الجنينية السفلى طويلة والبادرات رهيفة وضعيفة، بينما يثبط الكاينتين نمو الجذير. وقد قام Nelsen & Sharples (١٩٨٦) بدراسة تأثير هذه

المركبات الثلاثة على إنبات بذور الخس من صنف إمباير Empire، على ٣٣°م لمدة ١٠ ساعات، بالتبادل مع ٢٣°م لمدة ١٤ ساعة، ووجدا أن إنبات البذور تحسن كثيرًا لدى معاملة البذور بالفيوزيكوكسين بتركيز ٠,٥ مللى مول. ولم يكن حامض الجبريلليك أو الكاينتين فعالاً عند استخدام أى منها منفردًا، ولكن المعاملة بالفيوزيكوكسين مع أى منهما أحدثت زيادة فى الإنبات عن استعمال الفيوزيكوكسين منفردًا. إلاّ أن المعاملة بالفيوزيكوكسين – مثلها مثل المعاملة بالكاينتين – أحدثت تثبيطًا لنمو الجذير، وقد أمكن التغلب على ذلك باستعمال تركيز ٠,٠٥ مللى مول بدلاً من ٠,٥، ورغم أن إنبات البذور كان بطيئًا فى هذه المعاملة .. إلاّ أن نسبة الإنبات النهائية لم تختلف عما فى حالة المعاملة بتركيز ٠,٥ مللى مول فى درجات الحرارة العالية.

٢ – المستخلصات الطبيعية:

أدى نقع بذور الخس فى معلق لعشب البحر *Ascophyllum nodosum* (وهو من الطحالب البنية) إلى إسراع الإنبات فى الحرارة العالية عما لو كان النقع فى الماء، وأدى غسل البذور بالماء بعد نقعها فى معلق عشب البحر إلى التقليل جزئيًا من التأثير الإيجابى للمعاملة، وربما حدث ذلك بسبب إزالة الماء لأجزاء المعلق التى كانت عالقة بالبذور (Moller & Smith ١٩٩٨).

فسيولوجيا إنبات البذور فى الملوحة العالية

يعمل المزارعون على بقاء سطح التربة رطبًا باستمرار إلى حين إنبات البذور (سواء أكانت الزراعة فى المشاتل الحقلية، أم فى الحقل الدائم مباشرة). وعلى الرغم من أن ذلك الإجراء يساعد فى خفض حرارة التربة، إلاّ أنه يزيد كذلك من تراكم الأملاح على سطح التربة؛ مما قد يعيق إنبات البذور، وخاصة عند استعمال مياه عالية الملوحة فى ترطيب سطح التربة (عن Coons وآخرين ١٩٩٠).

وقد قام Coons وآخرون (١٩٩٠) بدراسة تأثير درجة الحرارة (٢٠، و ٢٥، و ٣٠، و ٣٥°م)، وتركيز كلوريد الصوديوم (صفر، و –٠,٣، و –٠,٦، و –٠,٩، و –١,٢، و –١,٥ ميجا باسكال كلوريد صوديوم) على إنبات بذور ١٠ أصناف من الخس (Grand Rapids، و Climax، و Coolguard، و Empire، و Great Lakes 659-700، و Mesa

659، و Vanguard 74، و Red Coach، و Wintersupreme)، ووجدوا ما يلي:

١ – في غياب كلوريد الصوديوم .. انخفضت نسبة إنبات البذور وسرعة إنباتها جوهريًا عند ٣٥ْم في جميع الأصناف ما عدا Salinas الذى انخفض إنباته في حرارة ٣٠ْم.

٢ – مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم .. حدث الانخفاض في نسبة وسرعة إنبات البذور في درجات حرارة أقل.

٣ – وجدت اختلافات بين الأصناف في مدى تأثرها بالحرارة العالية في غياب كلوريد الصوديوم، وازدادت تلك الاختلافات في وجوده.

٤ – كان Great Lakes 659-700، و Mesa 659 أكثر الأصناف حساسية لكل من الحرارة العالية والملوحة، بينما كان الصنفان Coolguard، و Empire أكثرها تحملاً لكل من الحرارة العالية والملوحة، والصنفان Grand Rapids، و Vanguard 75 على درجة متوسطة من التحمل.

٥ – كانت درجة التحمل النسبية للأصناف متفقة ومتناسبة مع درجة نمو جذورها.

وتفيد معاملة البذور بالكينتين في التغلب على مشكلة تثبيط إنبات بذور الخس في ظروف الملوحة العالية، ويفيد في هذا الشأن نقع البذور لمدة ثلاث دقائق في محلول بتركيز ١٠ أجزاء في المليون من الكاينتين، إلاّ أن فاعلية المعاملة تتوقف على درجة الحرارة، حيث تزداد – مقارنة بعدم المعاملة – بارتفاع درجة الحرارة من ٢٠ إلى ٣٠ْم (عن Weaver ١٩٧٢).

وكان صنف الخس Vol-Tex 39 أكثر حساسية لزيادة تركيز كلوريد الصوديوم عن الصنف Floricos الذى انبتت بذوره في تركيزات وصلت إلى ٦٠٠ جزء في المليون (Dunlap وآخرون ١٩٩٠).

ومن بين ٨٥ صنفًا من الخس تم اختبارها لتحمل الملوحة، كانت أكثر الأصناف تحملاً هي: Climax، و Climax 84، و Shawnee، و Tom Thumb، و Fulton، و Wintegreen (عن Ryder ١٩٩٩).

وقد وجد ارتباط عال بين قدرة بذور أصناف الخس المختلفة على إنتاج الإثيلين وإنباتها فى محلول ٠,١ مول كلوريد صوديوم (-٠,٤٩ ميجا باسكال) على ٢٥°م، أو -٠,٣ ميجا باسكال بوليثيلين جليكول، أو فى الماء على حرارة ٣٢ أو ٣٥°م. وأدى شق الغلاف الثمرى إلى زيادة امتصاص البذور للماء وتحسين الإنبات فى وجود الشدّ الأسموزى (Prusinski & Khan ١٩٩٣).

التأثير الفسيولوجى لغدق التربة

أدى تعرض بادرات الخس لظروف الغدق إلى زيادة نشاط الإنزيم alcohol dehydrogenase وزيادة تركيز الكحول الإثيلى عما فى البادرات التى لم تعرض لتلك الظروف. وقد ارتفع مستوى نشاط الإنزيم وتركيز الكحول فى خلال ٤٨ ساعة من التعرض لظروف الغدق إلى ٣,٢، و ٧,٠ أمثال وضعهما فى البادرات التى لم تتعرض للغدق على التوالى (Kato-Noguchi & Saito ٢٠٠٠).

التأثير الفسيولوجى للعوامل الجوية على النمو والمحصول

بصورة عامة .. فإنه مع توفر مستويات مناسبة من الرطوبة والعناصر المغذية فى التربة، فإن ارتفاع درجة الحرارة بين ١٠، و ٣٠°م، وزيادة الإضاءة بين ١، و ٢٦ ميجا جول/م^{2}/يوم يسرع معدل تكوين الأوراق فى وحدة الوقت؛ الأمر الذى يعنى زيادة النمو والمحصول.

تأثير درجة الحرارة

مع نمو الخس .. فإن درجة الحرارة المثلى لتراكم المادة الجافة تزداد (عن Etoh ١٩٩٤).

وتعد حرارة ٢١°م - كمتوسط على مدى ٢٤ ساعة - هى الحد الأقصى لنمو الخس، بينما تعد حرارة ٤°م هى الحد الأدنى. وتؤدى الحرارة الأعلى عن ٢١°م إلى تحفيز نمو الشمراخ الزهرى، وتكوين رؤوس هشة ومرة الطعم، وزيادة ظهور العيوب الفسيولوجية الداخلية (عن Sanchez وآخرين ١٩٨٩).

وتقل صلابة الرؤوس وتكون قليلة الكثافة puffy عندما يرتفع متوسط درجة الحرارة اليومى عن ٢١°م، أو عندما ترتفع الحرارة العظمى عن ٢٧°م (عن Wurr وآخرين ١٩٩٢).

وقد وجد أن تكوين الرؤوس الصلبة (عالية الكثافة) ارتبط بدرجة الحرارة المنخفضة خلال المراحل الأولى للنمو حتى بداية تكوين الرؤوس، ومع الإضاءة القوية خلال فترة تكوين الرؤوس ذاتها. هذا .. بينما ازداد حجم الرؤوس مع انخفاض درجة الحرارة خلال المراحل الأولى للنمو حتى بداية تكوين الرؤوس، وصغر حجمها بارتفاع درجة الحرارة خلال الفترة ذاتها (Wurr وآخرون ١٩٩٢).

إن معدل النمو النسبى لخس الرؤوس ذات الملمس الدهنى - معبرًا عنه فى صورة الزيادة فى الوزن بالجرام/جم/يوم - يزداد بارتفاع درجة الحرارة فى مراحل النمو الأولى، ولكن تلك الزيادة تنخفض مع تقدم النبات فى العمر. كذلك يوجد تفاعل بين عمر النبات ودرجة الحرارة فى التأثير على معدل النمو النسبى؛ فنجد أن درجة الحرارة المثلى لمعدل النمو النسبى تنخفض من ٢٣°م عند الشتل إلى ١٠°م عند الحصاد (عن Ryder ١٩٩٩).

كذلك ازداد الوزن الطازج لرؤوس الخس (من ١٢٢,٥ إلى ٢٢٨,١، و ٢٧٥,٣ جم) والجاف (من ٧,٢ إلى ١٣,٧، و ١٣,٨ جم) برفع درجة حرارة المحلول المغذى (فى البيوت المحمية غير المدفأة فى اليونان) من ١٠ إلى ١٥، و ٢٠°م على التوالى، بينما انخفض الوزن الجاف للمجموع الجذرى من ٤,٣ إلى ٢,٥، و ٢,٢ جم/نبات مع ارتفاع درجة الحرارة على التوالى. كذلك فإن عدد أوراق النبات ازداد جوهريًا بارتفاع درجة الحرارة من ٢١,٦ إلى ٢٥,٧ ثم إلى ٣٥,٧ ورقة/نبات على التوالى (Economakis ١٩٩٧).

تأثير الإضاءة

أظهرت عديد من الدراسات حدوث زيادة فى كل من الوزن الطازج والوزن الجاف لنباتات الخس بزيادة طول الفترة الضوئية، وبزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء الذى تنمو فيه النباتات.

وقد تبين من عديد من الدراسات حساسية خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة للإضاءة الضعيفة ابتداء من مرحلة الورقة الرابعة، مع وجود تأثير سلبى واضح للإضاءة الضعيفة على المحصول، خاصة أثناء تكوين الرؤوس (عن Wurr & Fellows ١٩٩١).

وأدى استعمال إضاءة إضافية صناعية (فى كندا) إلى زيادة المادة الجافة الكلية معنويًا بنسبة لا تقل عن ٢٧٠٪، وزيادة صلابة الرؤوس، وخفض فترة النمو حتى الحصاد بنحو ٣٠٪، ولكن مع حدوث زيادة فى معدل الإصابة باحتراق الأوراق، وكانت تلك المعاملة شديدة الفاعلية خلال الشهور التى انخفض فيها مستوى الإضاءة الطبيعية (Gaudreau وآخرون ١٩٩٤).

وعندما نميت نباتات الخس في ظروف مختلفة من شدة الإضاءة والفترة الضوئية كانت أنسب الظروف للنمو والنوعية الجيدة هى إضاءة قوتها ٤٠٠-٤٢٠ ميكرومول/ثانية/م^{2} لمدة ٨ ساعات يوميًا (Ishii وآخرون ١٩٩٥).

وتبعًا لإحدى الدراسات .. فإن الظروف الضوئية المثلى لإنتاج الخس، هى: فترة ضوئية ٢٠ ساعة، ونسبة ١٠:١ من الضوء الأحمر إلى الأزرق، ونسبة ١:٢ من الضوء الأحمر إلى الأشعة تحت الحمراء (Ryder ١٩٩٩).

وقد وجد أن تظليل الخس بصورة دائمة من الخف حتى الحصاد أدى إلى نقص معدل النمو النباتى بدرجة تناسبت مباشرة تقريبًا مع درجة الخفض فى شدة الإضاءة. وازدادت حساسية الخس للانخفاض فى شدة الإضاءة خلال مراحل النمو النباتى السريع؛ فخلال الفترة من الزراعة إلى مرحلة الورقة الثامنة لم يتأثر الخس بالانخفاض القليل فى شدة الإضاءة، ولكنه تأثر كثيرًا بدرجة الحرارة. وقد كان معدل تمثيل ثانى أكسيد الكربون خلال تلك المرحلة من النمو منخفضًا على أية حال ولم يتأثر ذلك بمعاملة التظليل. أما من مرحلة الورقة الثامنة حتى مرحلة النمو السابقة لتكوين الرأس preheading stage فقد انخفض معدل نمو النباتات حتى مع معاملة التظليل البسيطة التى سمحت بمرور ٧٥٪ من الأشعة الساقطة. ولم يتأثر محصول الخس بالتظليل البسيط خلال مرحلة النمو السابقة لتكوين الرأس، إلاّ أن التظليل - أيًا كانت شدته - خلال مرحلة تكوين الرأس أدى إلى تقليل النمو والمحصول. وتبلغ درجة التشبع

الضوئى للخس خلال تلك المرحلة الأخيرة من النمو ٨٠٠ ميكرومول/ثانيـة/م^2 (Sanchez وآخرون ١٩٨٩).

إن الوزن الجاف للنموات القمية للخس يتناسب طرديًا بصورة خطية مع كمية الإشعاع الكلية التى تتلقاها نباتات الخس، ولا تتغير تلك العلاقة بتغير الفصول. وتعتمد الزيادة اليومية فى الوزن الجاف على كمية الإشعاع اليومية وعلى كفاءة استخدام ذلك الإشعاع Radiation Use Efficiency، وهى نسبة إنتاج المادة الجافة إلى كمية الإشعاع الساقطة. هذا وتتناسب الزيادة اليومية فى الوزن الجاف مع المساحة التى يشغلها النمو الخضرى المنظور من أعلى Vertically Projected Area (اختصارًا: VPA) إلى أن تصل تلك المساحة إلى حدها الأقصى المتمثل فى حاصل ضرب المسافة بين الخطوط فى المسافة بين النباتات فى الخط وبعد ذلك فإن أى زيادة فى الـ VPA ليس لها تأثير على الإنتاجية (Okada وآخرون ١٩٩٧).

ومع زيادة الإشعاع النشط فى عملية البناء الضوئى يزداد الوزن الجاف لنباتات الخس، ونسبة المادة الجافة، وعدد أوراق النبات، بينما تنخفض نسبة الوزن الجاف للنمو الخضرى إلى الوزن الجاف للجذور، ونسبة طول الأوراق إلى عرضها، والمساحة الورقية الخاصة، كذلك وجدت تأثيرات مماثلة لـ daily light integral (حاصل ضرب الإشعاع النشط فى عملية البناء الضوئى × الفترة الضوئية) على الصفات ذاتها (Kitaya وآخرون ١٩٩٨).

تعرف الأشعة الضوئية المؤثرة فى عملية البناء الضوئى باسم photosynthetic photon flux (تعطى الرمز PPF وتقاس بالميكرومول/م^2/ثانية)، والأفضل أن يعبر عنها بالـ daily light integral (يعطى الرمز DLI)، وهو حاصل ضرب PPF فى الفترة الضوئية.

ولقد وجد أنه مع زيادة الـ PPF ازدادت كمية المادة الجافة، ونسبتها، كما ازداد عدد الأوراق المتكونة، بينما انخفض كلا من: نسبة الوزن الجاف للنمو الخضرى إلى الجذور، ونسبة طول الأوراق إلى عرضها، والمساحة الورقية الخاصة، وطول السويقة الجنينية السفلى. وعند المستوى ذاته من الـ PPF .. ازدادت المادة الجافة بنسبة ٢٥٪–١٠٠٪ بزيادة الفترة الضوئية من ١٦ إلى ٢٤ ساعة، وبنسبة ١٠٪–١٠٠٪ بزيادة

تركيز ثانى أكسيد الكربون من ٤٠٠ إلى ٨٠٠ ميكرومول/مول. كذلك ازدادت المادة الجافة الكلية، ونسبة المادة الجافة، وعدد الأوراق المتكونة خطيًا بزيادة الـ DLI، بينما انخفض كلا من: نسبة الوزن الجاف للنمو الخضرى إلى الجذور، ونسبة طول الأوراق إلى عرضها، وطول السويقة الجنينية السفلى بزيادة الـ DLI عند كل مستوى من تركيز ثانى أكسيد الكربون. وقد تأثر طول السويقة الجنينية السفلى بكل من الـ PPF والفترة الضوئية ولكن ليس بتركيز ثانى أكسيد الكربون. وعند المستوى ذاته من الـ DLI فإن الفترة الضوئية الأطول حفزت النمو فى المستوى المنخفض من ثانى أكسيد الكربون، ولكن ليس فى المستوى المرتفع. وقد عوضت الفترة الضوئية الطويلة، أو التركيز العالى من ثانى أكسيد – أو كلاهما معًا – التأثير السلبى للنقص فى الـ PPF على النمو النباتى (Kitaya وآخرون ١٩٩٨).

تأثير التداخل بين حرارة الهواء والفترة الضوئية

تباينت الفترة التى لزمت لاكتمال نمو نباتات الخس – حسب درجة الحرارة والفترة الضوئية – كما يلى:

الفترة الضوئية (ساعة)	الحرارة (نهارًا/ليلاً م)	الفترة التى لزمت لاكتمال النمو (يوم)
١٠	١٠/٢٤	٦٣
١٤	١٠/٢٤	٥٤
١٠	١٦/٢٩	٥٧
١٤	١٦/٢٩	٤٤

وعمومًا .. فقد انخفضت نسبة المادة الجافة مع ارتفاع درجة الحرارة، ولكنها ازدادت مع زيادة الفترة الضوئية.

وقد تبين وجود تفاعل بين: الصنف، والحرارة، والفترة الضوئية فيما يتعلق بالتعريق ribbiness (زيادة العرق الوسطى فى السمك وهى صفة غير مرغوب فيها فى خس الرؤوس)؛ فأيًا كان الصنف .. انخفضت شدة التعريق مع زيادة الفترة الضوئية فى الحرارة المنخفضة، بينما ازدادت مع زيادة الفترة الضوئية فى الحرارة العالية، ولكن تباين مدى تلك الاستجابة باختلاف الأصناف (Burdine & Sanchez ١٩٩٠).

وقد وجدت ارتباطات إيجابية معنوية بين وزن الرأس (فى صنف خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة Saladin) وبين متوسط الإشعاع الشمسى ابتداء من قبل بداية تكوين الرأس بخمسة أيام وحتى ١١ يومًا بعد بداية تكوين الرأس. كذلك وجدت ارتباطات سلبية معنوية عالية بين وزن الرأس وبين متوسط درجة الحرارة ابتداء من قبل بداية تكوين الرأس بثلاثة عشر يومًا وحتى ١٠ أيام بعد بداية تكوين الرأس. ويعنى ذلك أن وزن الرأس عند اكتمال نموه يزداد بالإضاءة القوية خلال فترة محدودة تبدأ قبل تكوين الرأس مباشرة، وبالحرارة المنخفضة خلال فترة أطول تمتد حتى تكوين الرأس. وبينما ارتبط معدل النمو النسبى relative growth rate معنويًا بكل من الإشعاع الشمسى عند بداية تكوين الرؤوس وبعده، وبدرجة الحرارة عند تكوين الرؤوس، فإنه – أى معدل النمو النسبى – لم يرتبط معنويًا بوزن الرأس. ويعنى ذلك أن وزن الرأس – الذى لم يرتبط بقدرة النباتات على تراكم المادة الجافة عند تكوين الرؤوس – ربما يتأثر بفعل تأثير العوامل البيئية على مورفولوجى النبات – وخاصة شكل الأوراق – عند مرحلة تكوين الرؤوس (Wurr & Fellows ١٩٩١).

وفى الزراعات المحمية تبين أنه خلال الفترة التى تمر بين الإنبات حتى تغطية أوراق النباتات لسطح التربة بنسبة ١٠٠٪ أن الضوء كان أكثر أهمية لإنتاج المادة الجافة عن درجة حرارة الهواء، بينما كانت حرارة الهواء هى الأكثر أهمية لتكوين الأوراق، وبعد أن غطت أوراق النباتات سطح التربة بصورة تامة كان الضوء هو الأكثر أهمية لكليهما. ولذا .. يوصى عند إنتاج الخس فى الزراعات المحمية فى المناطق البادرة شتاء رفع درجة الحرارة حتى تتم تغطية سطح التربة بالنمو النباتى سريعًا، ثم خفض درجة الحرارة بعد ذلك للتقليل فى تكاليف التدفئة (Ryder ١٩٩٩).

تأثير التحكم البيئى فى المناطق الاستوائية

أولاً: التحكم فى درجة حرارة المحاليل المغذية

يمكن فى المناطق الاستوائية – التى ترتفع فيها درجة الحرارة – دفع النباتات إلى تكوين الرؤوس بالتحكم فى حرارة المحاليل المغذية فى المزارع المائية. ففى دراسة أجريت على صنفى الخس Chieftain Zero، و Empire تراوحت درجة حرارة الجذور

اليومية – بصورة طبيعية – بين ٢٤، و ٣٠°م، وأدى خفض حرارة الجذور إلى ١٥°م على مدى الـ ٢٤ ساعة إلى تكوين الخس لرؤوس مندمجة، وأمكن تأجيل بداية تبريد الجذور إلى حين تكوين النباتات لخمس أوراق. ولكن عندما خفضت فترة التبريد إلى ٢٠ ساعة فقط يوميًا فإن نباتات الخس إما أنها كونت رؤوسًا غير منتظمة، وإما أنها اتجهت نحو الإزهار. وبالمقارنة .. فإن نباتات أربعة أصناف أخرى شملتها الدراسة أيضًا (هي: Early Giant، و Gorga، و Honcho II Zero، و Rajah) إما أنها كونت رؤوسًا غير منتظمة، وإما أنها أزهرت حتى مع خفض حرارة جذورها إلى ١٥°م لمدة ٢٤ ساعة يوميًا. أما نباتات الكنترول من جميع الأصناف، وكذلك تلك التي بردت جذورها إلى ٢٠°م فقط فإنها لم تكون رؤوسًا وأزهرت بعد نحو ٢٥ يومًا من الشتل (Lee & Cheong ١٩٩٦).

وأدى خفض حرارة المحلول المغذى إلى ٢٤°م إلى إنتاج خس ذى نوعية مناسبة للتسويق عندما كانت حرارة الهواء ٣١°م، وكان أعلى إنتاج من المادة الجافة عندما كانت حرارة المحلول المغذى ٢٤°م (مقارنة بحرارة ١٧، و ٣١°م) وحرارة الهواء ٢٤°م (Thompson وآخرون ١٩٩٨).

وتحت ظروف الحرارة العالية فى سنغافورة أدى تبريد المحاليل المغذية إلى ٢٥ أو ٢٠ أو ١٥°م إلى إحداث زيادة فى الحد الأقصى اليومى لمعدل البناء الضوئى مقارنة بمعاملة الشاهد، بينما أدى تظليل النباتات بما يسمح بنفاذ ١٠٠٪ (كنترول)، أو ٧٠٪، أو ٤٠٪ من الأشعة الشمسية (حيث بلغ الحد الأقصى للإشعاع الساقط على النباتات فى منتصف النهار فى الأيام المشمسة ١٨٠٠، و ١٢٥٠، و ٧٢٠ ميكرومول فوتونات على كل متر مربع فى الثانية على التوالى) .. أدى ذلك إلى حدوث انخفاضات تدريجية فى معدل البناء الضوئى (Jie & Kong ١٩٩٨).

ثانيًا: التظليل

فى الظروف الاستوائية – حيث الحرارة العالية والإضاءة شديدة – لا يكوّن الخس رؤوسًا جيدة، بينما تكون أوراقه ملتوية، ويتجه النبات مبكرًا نحو الإزهار.

وقد أدى تظليل الخس بنسبة ٣٠–٤٧٪ تحت الظروف الاستوائية إلى زيادة

المحصول بنسبته ٣٦٪ مقارنة بعدم التظليل، علمًا بأن أقصى معدل للبناء الضوئى حدث فى إضاءة ١٥٠٠ مللى مول/ثانية/م٢، وهى تبلغ – ثلثا شدة الإضاءة الطبيعية تحت هذه الظروف (Wolff & Coltman ١٩٩٠).

تأثير الرطوبة النسبية

أدت الرطوبة النسبية العالية إلى تحفيز نمو الخس عندما كانت شدة الإضاءة عاليةً، وربما كان مرد ذلك إلى أنها ساعدت النباتات فى التغلب على الشدِّ المائى (عن Etoh ١٩٩٤).

وأدى إنتاج الخس فى رطوبة نسبية عالية (٩٢٪ نهارًا مع ١٠٠٪ ليلاً) إلى زيادة المساحة الورقية، ونسبة النموات القمية إلى الجذرية، والوزن الجاف عما فى حالة إنتاجه فى رطوبة نسبية منخفضة (٦٢٪ نهارًا مع ٨٢٪ ليلاً) (Bradbury & Ahmad ١٩٩٦).

التأثير الفسيولوجى للميكوريزا

أدى تلقيح نباتات الخس بأى من فطرى الميكوريزا *G. mosseae*، أو *G. fasciculatum* إلى ارتفاع محتواها من الفوسفور أيًّا ما كانت درجة ملوحة التربة، وكذلك أدت إلى زيادة تحمل النباتات لملوحة التربة. ويبدو أن زيادة تحمل النباتات للملوحة التى اكتسبها الخس بعد المعاملة بهذين الفطرين كان مردها إلى ما أحدثته المعاملة من زيادة فى كل من معدل تبادل النباتات لغاز ثانى أكسيد الكربون، ودرجة توصيل الثغور، وكفاءة استخدام المياه، وليس إلى زيادة امتصاص النباتات لأى من عنصرى النيتروجين أو الفوسفور (Ruiz-Lozano وآخرون ١٩٩٦).

كذلك أدى التلقيح بأى من الفطريات *G. deserticola*، أو *G. fasciculatum*، أو *G. mosseae* إلى زيادة قدرة نباتات الخس على تحمل ظروف الجفاف من خلال خفضها لمدى النقص الذى تحدثه ظروف الجفاف فى نشاط الإنزيم nitrate reductase (Ruiz-Lozano & Azcón ١٩٩٦).

تكوين الرؤوس

إن المصطلحين head، و heart يصفان ترتيب الأوراق، والمصطلحين heading، و hearting يصفان العملية التى يتم بها حدوث ذلك الترتيب للأوراق، ولا يوجد اختلاف بين زوجي المصطلحات، وكل ما فى الأمر أن المصطلحين head، و heading يشيع استخدامهما فى الولايات المتحدة وكثير من دول العالم، بينما يشيع استخدام المصطلحين heart، و hearting فى أوروبا، وبعض الدول الأوروبية، وأستراليا.

وقد وجد أن نسبة طول الورقة إلى اتساعها تقل مع الوقت فى كل من خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة وخس الرؤوس ذات الملمس الدهنى، ثم تصبح ثابتة. ولدى مقارنة تلك النسبة فى أوراق تُحمل فى مواقع متماثلة .. فإنها كانت أصغر فى خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة عما فى خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى. ولقد لعبت تلك التغيرات – بالإضافة إلى الزيادة فى تكوين مبادئ الأوراق، والأوراق، والالتفاف الداخلى للأوراق – لعبت الدور الرئيسى فى تكوين الرأس فى الخس، وكان حدوثها أسرع فى خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة عما فى خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى (Sugiyama & Oozono ١٩٩٩).

إن عملية تكوين الرؤوس فى أصناف خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة تتكون من سلسلة من التغيرات فى شكل الأوراق وتوجهها، لتتحول من وضع متورد rosette ذات أوراق أفقية غالبًا إلى وضع تصبح فيه الأوراق المتكونة أكثر انتصابًا، ويكون ذلك مصاحبًا بانحناء للعرق الوسطى نحو الداخل وزيادة فى عرض الورقة. وتتكون الرأس نتيجة لتراكم الأوراق الحديثة تحت طبقات الأوراق الخارجية التى تغطيها. ويعنى ذلك أن تكوين الرأس يتطلب: تكوين أوراق كبيرة الحجم، وبطء شديد فى استطالة الساق، وقصر فى أعناق الأوراق، وارتفاع فى معدل تكوين الأوراق (عن Wien ١٩٩٩).

ونجد فى أصناف خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى أن بداية عملية تكوين الرؤوس تتوافق مع بلوغ نسبة طول الورقة إلى اتساعها ٠,٨، علمًا بأن الخس الورقى يمكن أن يكون أوراقًا عريضة جدًا ولكنه لا يكون رؤوسًا؛ بمعنى أن التغير فى نسبة الطول إلى الاتساع ليس سببًا مباشرًا لتكوين الرؤوس.

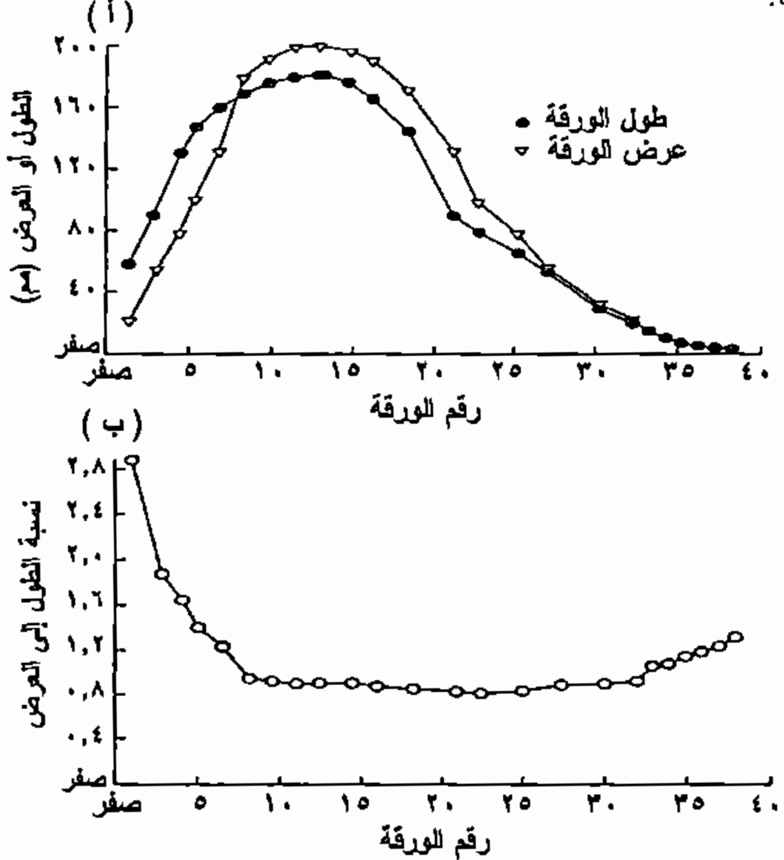
ولقد أظهرت الدارسات التى أجريت على صنفى خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى: Meikoningin، و Rapide أن النباتات تنتج أوراقها بالتتابع بمعدل يزداد بزيادة شدة الإضاءة فى الحرارة الثابتة، كما يزداد بارتفاع درجة الحرارة فى شدة إضاءة ثابتة. وبينما يزداد عرض الورقة بزيادة الفترة الضوئية، فإن طول الورقة يزداد بانخفاض شدة الإضاءة وقصر الفترة الضوئية.

تكون الأوراق الأولى فى التكوين طويلة وضيقة. وفى ظروف الإضاءة القوية أو النهار الطويل تصبح الأوراق المتتالية فى التكوين أكثر عرضًا حتى تصل إلى حدٍ أقصى. وفى ظروف الإضاءة الضعيفة أو النهار الطويل تبقى الأوراق المتتالية فى التكوين طويلة وضيقة (شكل ٣-١). ويتوقف تأثير حرارة النهار على شدة الإضاءة؛ فتزداد الأوراق اتساعًا فى ظروف الإضاءة القوية مع ارتفاع درجة الحرارة، ولكنها تبقى ضيقة فى ظروف الإضاءة الضعيفة (شكل ٣-٢). هذا بينما تقل الزيادة فى طول الأوراق فى ظروف الإضاءة القوية، ولكنها تكون أكثر سرعة فى الإضاءة الضعيفة مع ارتفاع درجة الحرارة. وفى المقابل يكون لحرارة الليل تأثيرًا عكسيًّا لحرارة النهار؛ فحرارة الليل العالية تحفز تكوين أوراق طويلة وضيقة، بينما تجعل حرارة الليل المنخفضة الأوراق أكثر اتساعًا. هذا .. ويزداد عدد الخلايا بزيادة كل من الضوء والحرارة، ولكن ينخفض طول الخلايا فى العرق الوسطى؛ مما يفسر الزيادة التى تحدث فى عرض الأوراق فى ظروف الإضاءة القوية، علمًا بأن نمو الورقة يتوقف – خلال المراحل المبكرة من حياة النبات – على كل من انقسام الخلايا ونموها، بينما يتوقف نمو الورقة فى المراحل التالية لذلك على الزيادة فى حجم الخلايا فقط (عن Ryder ١٩٩٩).

ويكوّن خس الآيس برج قلبًا يبلغ قطره عدة ملليمترات بعد تكوين النبات لحوالى ١٥ ورقة. وقد وجد أنه يمكن التعبير عن التغيرات فى قطر القلب بعدد الدرجات الحرارية اليومية بداية من الشتل (Wurr وآخرون ١٩٩٢).

ونجد فى خس الرومين romaine type أن الأوراق التى تتكون فى مركز الرأس تكون متساوية الأبعاد . وفى هذه الأصناف تلتف قمة الأوراق الخارجية إلى أسفل قليلاً فى الأصناف الذاتية الإقفال self-folding، ولا تحدث أى زيادة ملموسة فى اتساع الأوراق،

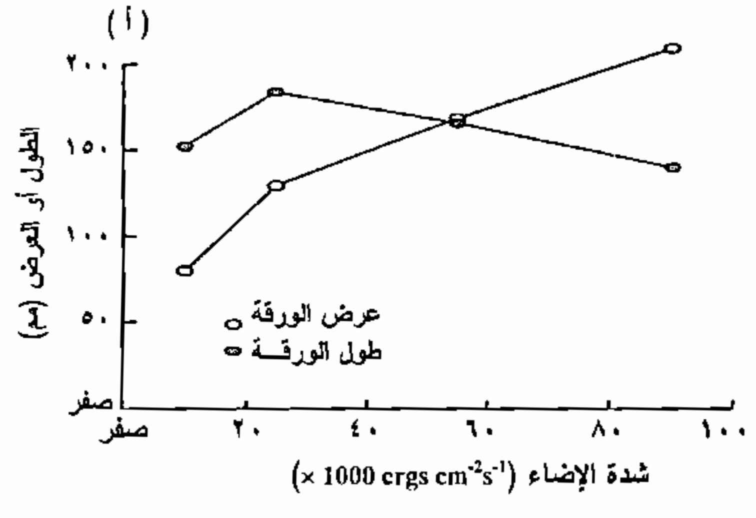
ولا أى ميل قوى لها للالتفاف نحو الداخل فى طراز خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى butterhead.

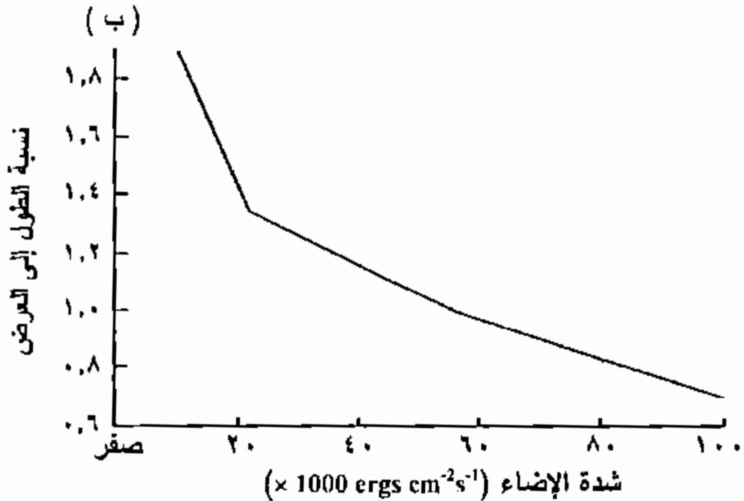


شكل (٣-١): العلاقة بين رقم ورقة الخس على النبات وكلا من: (أ) طول وعرض الورقة، و (ب) نسبة طول الورقة إلى عرضها.

الإزهار والإزهار المبكر

يحدث الإزهار المبكر Premature Seeding حينما تتجه النباتات نحو الإزهار Flowering، قبل أن تكون رؤوسًا اقتصادية؛ أى قبل أن تستكمل النباتات نموها فى موسم النمو الذى يزرع من أجله المحصول. أما الإزهار المرغوب .. فهو الذى يحدث فى موسم النمو الثانى فى حقول إنتاج البذور. وكلتاهما ظاهرة فسيولوجية واحدة، تتحول فيها النباتات من النمو الخضرى إلى النمو الزهرى.





شكل (٣-٢): العلاقة بين شدة الإضاءة وكلا من: (أ) طول وعرض ورقة الخس، و (ب) نسبة طول الورقة إلى عرضها (عن Wien ١٩٩٧)

على الرغم من أن تكوين مبادئ الأزهار يحدث فى مرحلة مبكرة من النمو النباتى، فإن تطور النمو الزهرى يحدث فى المراحل المتأخرة من النمو الخضرى، حيث تبدأ الساق فى الاستطالة، ويبرز من قمة النمو الورقى المتورد أو من الرأس. وقد تمنع الرأس المتماسكة فى خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة خروج الساق منها؛ فتنمو ملتفة دائريًا داخل الرأس إلى أن تجد طريقها نحو الخارج. وتتم – عادة – مساعدة الشمراخ الزهرى على الخروج من الرأس بالطرق الميكانيكية عند الإنتاج التجارى للبذور.

ومع استطالة الساق تتكون زهرة قمية تحد من الطول النهائى للنبات، ويلى ذلك تفرع الساق لتكون أزهارًا من المستوى الثانى secondary والثالث tertiary.

وتحدث استطالة الساق - عادة - استجابة للفترة الضوئية الطويلة والحرارة العالية. ونجد أن الفترة الضوئية الطويلة هى التى تتسبب فى بداية عملية الاستطالة فى بعض الأصناف، بينما نجد أن بعض الأصناف الأخرى تكون محايدة - تقريبًا - للفترة الضوئية. هذا فى الوقت الذى تُسرع فيه الحرارة العالية عملية الاستطالة؛ مما يجعل الإزهار أكثر تبكيرًا.

وقد بينت دراسات Thompson & Knott عام ١٩٣٣ (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) أن الحرارة المرتفعة التى تصل إلى ٢٧°م تعتبر أهم العوامل التى تدفع نبات الخس إلى الاتجاه نحو النمو الزهرى. كما تبين من دراسات Rappaport & Wittwer عام ١٩٥٩ (عن Piringer ١٩٦٢) أن كلاً من معاملات ارتباع البذور Seed Vernalization، والحرارة العالية، والفترة الضوئية الطويلة تؤدى إلى سرعة اتجاه النباتات نحو الإزهار، مع اختلاف الأصناف فى استجابتها. ففى الصنف جريت ليكس .. كان الإزهار سريعًا عندما عرضت النباتات لفترة ضوئية طويلة (١٦ ساعة)، بينما تأخر الإزهار فى الفترة الضوئية القصيرة (٩ ساعات). وفى الصنف بب Bibb تهيأت النباتات للإزهار فى الفترة الضوئية الطويلة، لكن الليل الدافئ كان ضروريًا لنمو الشمراخ الزهرى. وفى الصنف جراند رابيدز .. أزهرت النباتات فى أى من حالتى النهار الطويل، أو الليل الدافئ. كما تبين من دراستهما على الصنف جريت ليكس أن ارتباع البذور، ثم تعريض النباتات لدرجة حرارة ليل مقدارها ١٨°م يؤدى إلى سرعة نمو الشمراخ الزهرى قبل أن تكوِّن النباتات رؤوسًا اقتصادية. ومن الثابت الآن أن تعريض بذور الخس - وهى متشربة بالماء - لدرجة حرارة مقدارها ٤°م لمدة أربعة أسابيع يسرع من إزهار النباتات بما يقداره ٢-٣ أسابيع، وتزداد سرعة اتجاه النباتات نحو الإزهار بزيادة فترة تعريض البذور للحرارة المنخفضة.

وقد أوضحت الدراسات وجود ثلاث فئات من الأصناف فيما يتعلق بالاستجابة للفترة الضوئية، كما يلى:

١ - تعتبر الأصناف الأمريكية من طراز خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة قليلة

الاستجابة للفترة الضوئية بين ١٠، و ١٣ ساعة، ولكنها حساسة لفترات الإضاءة الأطول من ذلك.

٢ - تُظهر الأصناف الأوروبية من طراز خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى نقصًا خطيًّا فى عدد الأيام حتى الإزهار مع كل زيادة فى مدة الفترة الضوئية.

٣ - مجموعة الأصناف المبكرة الإزهار والتى تعد محايدة للفترة الضوئية.

ونجد تحت الظروف الحرارية المثلى لتكوين الرؤوس (وهى حرارة ١٩°م نهارًا مع ١١°م ليلاً) أن الإزهار يتأخر بسبب كل من تكوين الرأس (الذى تشكل عائقًا فيزيائيًّا أمام نمو الساق)، وتثبيط النمو النباتى.

ويمكن إرجاع الإزهار المبكر فى الحرارة العالية - ببساطة - إلى زيادة معدل النمو النباتى (عن Wien ١٩٩٧).

وقد أظهرت دراسات Rousos (١٩٨٨) استجابة صنفين من الخس - فى إزهارهما - كميًّا للفترة الضوئية بزيادتها من ٨ إلى ١٢ ساعة، كما لم يمكن دفع النباتات التى كانت نامية فى إضاءة ٨ ساعات يوميًّا مع حرارة ٢٠°م نهارًا، و ١٧°م ليلاً - لم يمكن دفعها للإزهار برفع درجة الحرارة إلى ٣٥°م نهاراً مع ٣٢°م ليلاً لمدة ثلاثة أيام متتالية.

وبينما لم تحدث استطالة لساق النبات فى حرارة نمو مقدارها ١٠°م، فإنها ازدادت سرعة بارتفاع درجة حرارة النمو إلى ١٥,٥°م، ثم إلى ١٨°م، و ٢١°م، هذا بينما تأخر الإزهار عندما كانت حرارة الجذور منخفضة. وقد كان لكل من الارتباع، والنهار الطويل، والحرارة العالية تأثيرًا متجمعًا على الإسراع باستطالة الساق. كذلك وجد أن الحرارة المنخفضة كان لها تأثير الارتباع عندما تعرضت لها البذور وهى مازالت محمولة على النبات الأم قبل حصادها؛ فقد أدى تعرضها - قبل الحصاد لحرارة ٥ أو ١٠°م - إلى زيادة نسبة الحنبطة - بعد زراعتها - مقارنة بالوضع عندما تعرضت لحرارة ١٥°م.

ويمكن أن تتأثر بداية عملية الإزهار بالارتباع؛ فيؤدى تعريض البادرات الصغيرة النابتة لحرارة منخفضة أعلى قليلاً من درجة التجمد إلى التبكير باستطالة الساق. كذلك وجد أن تعريض البذور المتشربة بالماء لحرارة ٤-٥°م لمدة ١٣ يومًا، أو تعريض البادرات التى يقل عمرها عن ٣ أيام للحرارة ذاتها إلى الإسراع بعملية استطالة الساق.

وتوجد اختلافات كبيرة بين أصناف الخس فى حساسيتها لعملية ارتباع البذور، علمًا بأن غالبية الأصناف ليست حساسة لها. ونجد فى النوع البرى *L. serriola* – الذى تستجيب بذوره لعملية الارتباع – أن تعريض البذور لحرارة عالية يزيل أثر الارتباع طالما أن البذور لم تباشر بعد بالإنبات، ولكن لا تعرف مثل هذه الاستجابة – التى يطلق عليها اسم devernalization – فى الأصناف التجارية.

وجدير بالذكر أنه فى الحالات القليلة التى استجابت فيها البذور لعاملة الارتباع أثناء تكوينها (وهى مازالت على النبات) .. أدت المعاملة – كذلك – إلى خفض نسبة إنبات البذور وسرعته، وزيادة حساسية البذور للحرارة العالية أثناء إنباتها.

ولكل من طول الفترة الضوئية، والارتباع، والحرارة العالية تأثيرات إضافية على إزهار الخس؛ فقد أدى نمو النباتات على حرارة ٢١°م ليلاً مع فترة إضاءة مقدارها ١٦ ساعة بعد ارتباع البذور إلى إزهار النباتات بعد ١٣٥ يومًا من زراعتها، بينما لزم مرور ١٨٨ يومًا لإزهار النباتات التى نمت فى حرارة ليل منخفضة وفترة إضاءة قصيرة مع عدم ارتباع البذور (عن Wien ١٩٩٧).

وللمعاملة بالجبريللينات تأثير مماثل على إزهار الخس، فقد تبيّن من دراسات Wittwer & Bukovac (١٩٦٢) التى عاملا فيها نباتات الخس بعدد من الجبريللينات، بمعدل ٠,٠٩ ميكرومول لكل نبات ما يلى:

الجبريللين	طول الشمراخ الزهرى (سم)	النباتات المزهرة (%)
GA_1	٤٢	١٠٠
GA_2	صفر	١٠
GA_3	٦٦	١٠٠
GA_4	٢٤	٤٠
GA_5	٩	٣٠
GA_6	صفر	صفر
GA_7	٢٢	٧٠
GA_8	صفر	صفر
GA_9	٩	٣٠
المقارنة	صفر	صفر

يتضح من هذه الدراسة أن حامض الجبريلليك (GA_3) كان أكثرها تأثيرًا على الإزهار واستطالة الشماريخ الزهرية. ولم يكن لأى من GA_2، و GA_6، و GA_8 أى تأثير على الإزهار وتجدر الإشارة إلى أن معاملة الجبريللين تؤدى إلى استطالة سيقان الخس قبل أن تتكون أصول البراعم الزهرية. ويحدث ذلك سواء أكانت درجة الحرارة منخفضة (١٣°م)، أم مناسبة للنمو (١٨-٢١°م)، وسواء أكانت الفترة الضوئية قصيرة (٩ ساعات)، أم طويلة (١٨ ساعة).

وتأكيدًا لما أسلفنا بيانه .. أمكن دفع نباتات الصنف جريت ليكس للإزهار فى إضاءة ٩ ساعات وحرارة ١٠-١٣°م لدى معاملته فى مرحلة نمو الورقة الثامنة إلى العاشرة بحامض الجبريلليك بمعدل ٢٠ ميكروجرامًا/نبات. كذلك كان لحامض الجبريلليك تأثيرًا إضافيًا على الإزهار عندما عوملت به النباتات فى إضاءة أطول حتى ١٨ ساعة وحرارة أعلى حتى ٢١°م. ظهر هذا التأثير على صورة زيادة فى كل من نسبة النباتات التى أزهرت، وسرعة الإزهار، وطول الشمراخ الزهرى (عن Ryder ١٩٩٩).

العوامل المؤثرة فى محتوى الخس من بعض المكونات الغذائية

وجد أن محتوى أوراق الخس من حامض الأسكوربيك، والسكريات، والكلوروفيل يزداد نهارًا عنه ليلاً (عن Etoh ١٩٩٤).

كما وجد أن محتوى خس الرؤوس ذات الأوراق الغضة المتقصفة من حامض الأسكوربيك ينخفض مع تقدم النباتات فى العمر عند الحصاد (Sorensen وآخرون ١٩٩٤).

كذلك انخفض محتوى حامض الأسكوربيك فى ١٠ من أصناف الزراعات المحمية لخس الرؤوس ذات الملمس الدهنى بنسبة ٥١٪ بين مرحلتى بداية تكوين الرؤوس واكتمال تكوينها، بينما ازدادت السكريات المختزلة خلال الفترة ذاتها بنسبة ٤٤٪ (Drews وآخرون ١٩٩٦).

وانخفض كذلك محتوى أوراق الخس من كل من المادة الجافة، والسكريات (الجلوكوز والفراكتون)، وحامض الأسكوربيك بزيادة مستوى التسميد الآزوتى من ٥٠ إلى

٢٠٠ كجم N للهكتار (٢١ إلى ٨٤ كجم N للفدان)، بينما ازداد محتوى النترات. كما وجد أن محتوى الأوراق من المادة الجافة وحامض الأسكوربيك، والنترات ينخفض بالاتجاه نحو الأوراق الداخلية، بينما يزداد محتوى السكريات. وأثناء التخزين انخفض محتوى الأوراق من المادة الجافة، والسكريات، وحامض الأسكوربيك بزيادة فترة التخزين بينما ازداد محتوى النترات (Sorensen وآخرون ١٩٩٤، و Poulsen وآخرون ١٩٩٥).

وقد ازداد محتوى البيتاكاروتين في الخس (وكذلك السبانخ) بانخفاض درجة حرارة الهواء، وبزيادة شدة الإضاءة، أو بكليهما معًا، بينما انخفض المحتوى (في كلا المحصولين) بزيادة الوزن الطازج للنباتات (Oyama وآخرون ١٩٩٩).

وأدى غمر جذور الخس (في مزرعة مائية) في تركيزات مختلفة من الكالسيوم (٢٥,٠ أو ٣٧,٥ مللي مولار) لمدد مختلفة (١٦، أو ٣٢، أو ٤٨ ساعة) إلى زيادة محتوى الأوراق من الكالسيوم، وتناسبت تلك الزيادة طرديًّا مع مدة غمر الجذور، كما كانت الزيادة أكبر عند استعمال ملح كلوريد الكالسيوم منها عند استعمال نترات الكالسيوم. كذلك كانت الزيادة في الكالسيوم أكبر في الأوراق الداخلية عنها في الأوراق الخارجية. هذا ولم تكن لمعاملة غمر الجذور أى تأثير سلبي على الوزن الطازج للنبات، أو على مظهر الأوراق أو محتواها من البوتاسيوم والمغنيسيوم؛ ولذا .. فإن هذه الطريقة يمكن اتباعها لزيادة محتوى أوراق الخس من الكالسيوم (Inoue وآخرون ١٩٩٥).

محتوى الخس من الفلافونات

احتوى صنف الخس Round على الكورستين quercetin – وهو مركب فلافوني مضاد للإصابات السرطانية – بتركيز ١١ جزءًا في المليون، بينما تراوح التركيز في صنف الخس Lollo Rosso من ٤٥٠ جزءًا في المليون في الأوراق الداخلية إلى ٩١١ جزءًا في المليون في الأوراق الخارجية (Crozier وآخرون ١٩٩٧).

وتراوح المحتوى الكلي للفلافونات – المقدرة كوحدات للأجليكون aglycon في المادة الطازجة – في ثمانية أصناف من الخس – بين ٠,٣، و ٢٢٩ ميكروجرامًا لكل جرام.

وأمكن التعرف فى أصناف الخس ذات الأوراق الخضراء على خمس من الكورستينات quercetins، هى:

quercetin 3-O-galactoside
quercetin 3-O-glucoside
quercetin 3-O-glucuronide
quercetin 3-O-(6-O-malonyl) glucoside
quercetin 3-O-rhamnoside

وكذلك على المركب:

luteolin 7-O-glucuronide

وعلى مركبين إضافيين من السياناديات cyanidins فى الأصناف ذات الأوراق الحمراء، هما:

cyanidin 3-O-glucoside
cyanidin 3-O-(6-O-malonyl) glucoside

وأحدث تقطيع الخس ثم تعريضه للضوء فقدًا جوهريًا فى الفلافونات بلغ ٩٤٪ فى طراز ورق البللوط الأخضر، و ٤٣٪ فى طراز ورق البللوط الأحمر، و ٣٦٪ فى طراز الآيس برج، و ٢٥٪ فى طراز الباتافيا batavia، و ٢٤٪ فى طراز lollo biondo، و ٦٪ فى طراز lollo roso، بينما لم يحدث فقدًا يذكر فى طرازى الرومين والخس الورقى الأخضر green salad bowl.

وأدى تخزين رؤوس الخس الكاملة فى الظلام على ١°م مع ٩٨٪ رطوبة نسبية لمدة ٧ أيام إلى فقد ما بين ٧٪، و ٤٦٪ من الجلوكوسيدات الفلافونية (DuPont وآخرون ٢٠٠٠).

محتوى الخس من النترات

يعتبر الخس من الخضر الورقية التى يمكن أن تحتوى على تركيزات عالية من النترات، علمًا بأن تناول الإنسان للنترات بكميات كبيرة فى غذائه يرتبط بكل من مرض الـ methaemoglobinaemia والإصابات السرطانية التى تحدثها الـ nitrosamines (عن McCall & Willumsen ١٩٩٩).

وقد حددت منظمة الصحة العالمية الحد الأقصى الآمن لكميات النترات والنتريت التى يمكن للإنسان تناولهما يوميًا فى غذائه بمقدار ٣,٧٥ مجم من النترات/كجم من وزن الجسم، و ٠,١٣ مجم نتريت/كجم.

ونظرًا لأن مستوى النترات يمكن أن يزداد فى ظروف الإضاءة الضعيفة فقد حددت وزارة الصحة الهولندية الحد الأقصى المقبول لمحتوى النترات فى أوراق الخس الطازجة بمقدار ٣,٥ جم/كجم خلال الفترة من أول أبريل إلى آخر أكتوبر، و ٤,٥ جم/كجم خلال الفترة من أول نوفمبر إلى آخر مارس (Reinink & Groenwold ١٩٨٧).

أهمية النترات للنبات

إلى جانب أنها تعد مصدرًا للنيتروجين الضرورى لتمثيل الأحماض الأمينية، فإن النترات تلعب دورًا هامًا فى حفظ التوازن الأسموزى، واستمرار امتلاء الخلايا والنمو النباتي، وذلك بخفضها للجهد الأسموزى لسوائل الفجوات العصارية. هذا إلا أن هذا الدور الذى تلعبه النترات ليس قاصرًا عليها حيث يمكن أن تحل محلها مركبات أخرى، مثل السكريات والأحماض العضوية. وتعد النترات هى الـ osmoticum المفضل فى الظروف التى لا تسمح بمعدلات عالية من البناء الضوئى (عن McCall & Willumsen ١٩٩٩).

وقد وجد ارتباط سلبى قوى بين تكوين النترات ونشاط البناء الضوئى. ويعتقد بأن الاختلافات فى محتوى النترات تنتج من اختلاف معدل البناء الضوئى عندما تحل النترات - كعامل حافظ للضغط الأسموزى - محل السكريات (Behr & Wiebe ١٩٩٢).

العوامل المؤثرة فى محتوى النترات بالنبات

يتأثر محتوى النترات فى نباتات السبانخ بالعوامل التالية:

١ - الصنف:

تختلف أصناف السبانخ كثيرًا فى محتواها من النترات (Renink & Groenwold ١٩٨٧).

فمثلاً .. كان محتوى الصنف Green Ice من النترات أقل من محتوى الصنف Diamante بمقدار ٢٠-٣٩٪ حسب تاريخ الحصاد، بينما كانت خمسة أصناف أخرى وسطًا في محتواها من النترات (Schonbeck وآخرون ١٩٩١).

وقدر متوسط محتوى النترات في خمسة أصناف من طراز الآيس برج بحوالى ٩٢٥ ± ١٦٦ جزءًا في المليون (Drews وآخرون ١٩٩٧).

واختلفت أصناف الخس في محتوها من النترات، وكان الصنف Timpa هو الأقل محتوى من بين أربعة أصناف تم اختبارها (Tesi & Lenzi ١٩٩٨).

٢ - شدة الإضاءة

كان محتوى خس الزراعات المحمية من النترات أعلى من محتوى الخس المنتج في الحقول المكشوفة (Schonbeck وآخرون ١٩٩١).

وأدى توفير إضاءة صناعية إضافية للخس في الدانمرك إلى زيادة النمو النباتي، وتبكير الحصاد، وحدوث نقص جوهري في مستوى النترات بالنباتات (McCall & Willumsen ١٩٩٩).

٣ - مستوى التسميد الآزوتي:

حدث انخفاض جوهري في محتوى الخس من النترات عندما استعملت أسمدة بطيئة التيسر slow release fertilizers مقارنة بالمحتوى النتراتي للنباتات عندما استعملت الأسمدة العادية (Tesi & Lenzi ١٩٩٨).

وعلى الرغم من أن الوزن الطازج لنباتات الخس لم يتأثر بمعدل التسميد الآزوتي، فقد وجد ارتباط إيجابي بين محتوى النترات ومعدل التسميد الآزوتي، وكان النقص الذي حدث في مستوى النترات في النبات عند المستويات المنخفضة من التسميد الآزوتي مصاحبًا بزيادات في محتوى العصير النباتي من كل من الكلوريد، والجلوكوز، والسكروز (McCall & Willumsen ١٩٩٩).

٤ - مستوى النيتروجين النتراتي إلى النيتروجين الأمونيومي في الأسمدة والمحاليل المغذية وتداخلات ذلك مع شدة الإضاءة، ودرجة الحرارة، وعمر النبات.

عندما كانت شدة الإضاءة منخفضة شتاء (في هولندا) ازداد محتوى الخس من النترات كثيرًا عما كان عليه الحال صيفًا. وقد انخفض تراكم النترات عند إحلال النيتروجين الأمونيومي محل ٢٠٪ من النيتروجين النتراتي، وازداد الانخفاض في محتوى الخس من النترات بزيادة إحلال النيتروجين الأمونيومي محل النتراتي قبل الحصاد بأسابيع قليلة، بينما لم يتأثر الوزن الطازج للرؤوس. وعندما خُفِّضَ تركيز النيتروجين في المحلول المغذى شتاء من ١٠ إلى ٢,٥ مللى مول/لتر فإن ذلك لم يؤثر تأثيرًا يذكر لا على نمو الخس ولا على محتواه من النترات، ولكن اتخاذ ذلك الإجراء خلال الربيع أو الصيف أحدث نقصًا في كل من النمو النباتي ومحتوى الرؤوس من النترات. وأدى رفع حرارة المحلول المغذى مع خفض حرارة الهواء (في محاولة لخفض تكاليف التدفئة) إلى تحسّن في النمو، ولكن مع زيادة في تركيز النترات في الرؤوس؛ مما ألغى جزئيًّا الأثر الذى أحدثه إحلال النيتروجين الأمونيومي محل النترات (Van Der Boon وآخرون ١٩٩٠).

كما أمكن إنتاج الخس - تحت ظروف الإضاءة المنخفضة في الزراعات المحمية شتاء في هولندا - بأقل مستوى من النترات (وهو ٢٩٠٠ جزء في المليون، بينما الحد الأقصى المسموح به للنترات بالخس شتاءً في هولندا هو ٤٥٠٠ جزء في المليون) وذلك باستعمال محلول مغذٍ (في مزارع تقنية الغشاء المغذى) تبلغ فيه نسبة الأمونيوم إلى النترات ١:٣ حتى الأسبوعين الأخيرين قبل الحصاد ثم استعمال النيتروجين الأمونيومي فقط حتى الحصاد، علمًا بأن هذه المعاملة لم تؤثر على المحصول. هذا .. وقد أدى رفع حرارة المحلول المغذى ليلاً من ٦ إلى ١٠°م مع حرارة هواء قدرها ٦°م إلى تنشيط النمو، ولكن مع إحداث زيادة في المحتوى النتراتي بمتوسط قدره ٣٦٠ جزءًا في المليون. أما زيادة الإضاءة بمقدار ٢٧ ميكرومول/م^2/ثانية (في المدى الموجى ٤٠٠-٧٠٠ نانوميتر) ليلاً حتى ثمان ليال قبل الحصاد فإنها لم تؤثر على محتوى النترات على أساس الوزن الطازج (Steingrover وآخرون ١٩٩٣).

وباستعمال نسب نترات: أمونيوم في المحاليل المغذية تراوحت من ١٠٠:صفر حتى ٢٥:٧٥ انخفض محتوى الأوراق من النترات مع كل زيادة في نسبة الأمونيوم، ولكن أعطت نسبة ٧٥:٢٥ (نترات:أمونيوم) أعلى معدلات النمو (Gabr ١٩٩٩).

وبينما أدت تغذية الخس حتى الحصاد بمحلول غذائى كامل إلى ارتفاع محتواه من النترات إلى ١٥٥٠ جزءًا فى المليون (وهو مستوى يقل عن الحد الأقصى المسموح به)، فإن حذف النيتروجين من المحلول المغذى بعد ٥٠ يومًا من الزراعة وحتى الحصاد بعد ذلك بثمانية عشر يومًا أدى إلى نقص كل من المحصول الطازج ومحتوى النترات، حيث كانت النباتات المسمدة بالمحلول الغذائى الكامل أعلى محصولاً بنسبة ٢٠٪، وأعلى فى محتوى النترات بنسبة ٦٤٪ (Magnani & Oggiano ١٩٩٧).

وقد أدى خفض النيتروجين النتراتى من ٢٦٠ إلى ٢٠٠ كجم N للهكتار (من ١٠٩ إلى ٨٤ كجم N للفدان) إلى خفض محتوى النترات جوهريًا بينما لم يتأثر المحصول، وأدى مزيد من الخفض فى النيتروجين النتراتى إلى ١٢٠ كجم للهكتار (٥٠ كجم للفدان) إلى إحداث خفض آخر جوهرى فى النترات ولكنه كان مصاحبًا بنقص جوهرى أيضًا فى المحصول. وأدى استبدال ٤٠٪ من النيتروجين النتراتى المستعمل بنيتروجين أمونيومى إلى خفض محتوى النترات جوهريًا دون التأثير على المحصول. وقد أمكن تحسين تأثير استعمال النيتروجين الأمونيومى بالمعاملة - كذلك - بمثبط النترتة dicyandiamide (McCall & Willumsen ١٩٩٨).

٥ - عمر النبات والوقت من اليوم عند الحصاد، وتداخلات ذلك مع شدة الإضاءة ودرجة الحرارة:

انخفض محتوى النترات فى ١٠ أصناف زراعات محمية من مجموعة خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى من ٣٣٣٠ جزءًا فى المليون (على أساس الوزن الطازج) فى مرحلة بداية تكوين الرأس إلى ١٦٥٠ جزءًا فى المليون عند وصولها إلى مرحلة اكتمال النمو المناسبة للحصاد، بينما كان الانخفاض بنسبة ٣٥٪ فى ١٢ صنفًا للزراعات الحقلية من المجموعة ذاتها. كذلك كان محتوى النترات فى الزراعات الحقلية أقل - فى جميع مراحل النمو - مما فى الزراعات المحمية. ويستدل من ذلك على إمكان الحصول على خس تنخفض فيه نسبة النترات بإنتاجه فى زراعات حقلية، مع حصاده بعد اكتمال نمو رؤوسه (Drews وآخرون ١٩٩٦).

وقد وجد أن محتوى النترات فى الخس كان فى أدنى مستوياته خلال النصف الثانى

من اليوم؛ مما يعنى أهمية إجراء الحصاد خلال تلك الفترة. وقد كان لشدة الإضاءة وتركيز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء الجوى تأثيرًا جوهريًا على محتوى النباتات من النترات. وأفاد تعريض النباتات لإضاءة مستمرة مع زيادة طفيفة فى نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الهواء خلال المرحلة الأخيرة من نموها فى تخفيض محتواها من النترات (Volkova & Kudums ١٩٩٦).

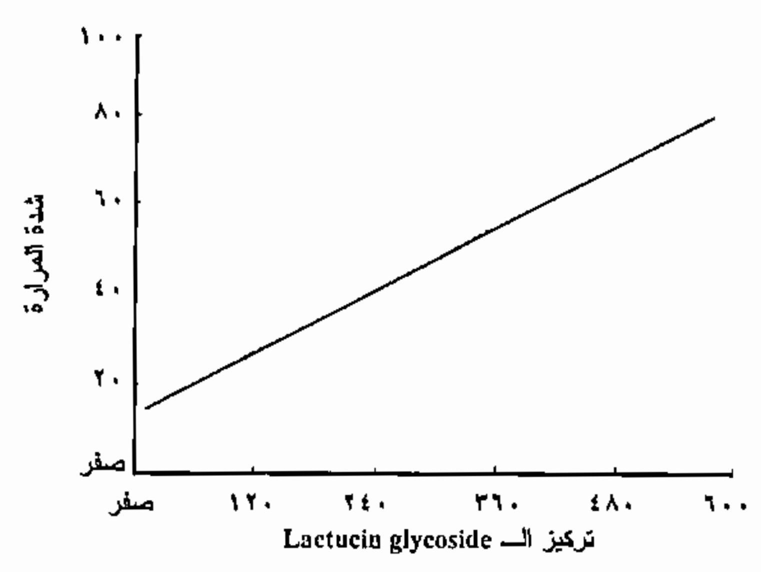
هذا إلاّ أنه فى ظروف الإضاءة الضعيفة (٤٠٥ واط ساعة/م٢) والحرارة المنخفضة (١٠,٤–١٣,٤°م على مدى اليوم الكامل)، فإن مستوى النترات لم يتغير بتغير موعد الحصاد (Siomos ٢٠٠٠).

المرارة والمركبات المسببة لها

تعد المرارة من أهم الصفات التى تؤثر سلبيًا فى جودة الخس، وهى ترجع إلى محتوى الخس من مركبات الـ: sesquiterpene lactones، وأهمها المركب lactucin glucoside (شكلا ٣–٣، و ٣–٤)، هذا وتزداد المرارة بشدة عندما يبدأ النبات فى الحنبطة.

	R
Lactucin	-OH
8-Deoxylactucin	-H
Lactucopicrin	-OC(=O) $CH_2C_6H_4OH$

شكل (٣–٣): التركيب الكيميائى للـ **sesquiterpene lactones** التى توجد فى الخس.



شكل (٣-٤). العلاقة بين محتوى الخس من الـ lactucin glucoside وشدة المرارة (عن Ryder ١٩٩٩).

يؤدى تجريح أوراق الخس أو سيقانه إلى انطلاق سائل نباتي لبني latex إلى السطح. وبفحص هذا السائل كانت مكوناته الرئيسية هي: الـ 15-oxalyl، والـ 8-sulfate للـ sesquiterpene lactones guaianolide التالية. الـ lactucin، و الـ deoxylactucin، والـ lactucopicrin. وبينما كانت الأوكسالات غير ثابتة وتعود إلى الـ sesquiterpene lactone الأصلي بالتحلل، فإن الكبريتات كانت ثابتة. هذا .. ولم تكن لهذه المركبات علاقة بمقاومة الآفات على الرغم من إمكان حث الخس لإنتاج الفيتوألاكسين lettucenin A، وهو – كذلك – عبارة عن sesquiterpene lactone (Sessa وآخرون ٢٠٠٠).

العيوب الفسيولوجية والنموات غير الطبيعية

الفلقات الحمراء

يلى بزوغ الجذير من البذرة ظهور الفلقتين واستطالتهما. وبينما تكون الفلقات الطبيعية خضراء اللون، فإن البذور المخزنة لفترات طويلة تعطى عند إنباتها فلقات غير طبيعية، وهى حالة فسيولوجية تعرف باسم الفلقات الحمراء red cotyledons،

وذلك نوع من التحلل الفسيولوجي يظهر على صورة بقع رمادية أو بنية أو حمراء اللون على الفلقات. ومع زيادة تقدم البذور في العمر تزداد البقع التي تتكون على الفلقات في الحجم، ثم تفقد الفلقات قدرتها على البزوغ من الغلاف الثمرى (عن Ryder ١٩٩٩).

احتراق قمة الأوراق

يعتبر احتراق قمة الأوراق Tipburn من أهم العيوب (الأمراض) الفسيولوجية التى تصيب الخس، وتصاب به عادة أصناف الخس التى تكون رؤوسًا، بينما يندر أن تصاب به أصناف الخس الورقي. وتظهر أعراض الإصابة قبل الحصاد بفترة قصيرة عادة - فى الزراعات المكشوفة - على صورة انهيار فسيولوجى فى أنسجة الأوراق الداخلية الكبيرة، والأوراق المغَلِفة Wrapper leaves الداخلية، ولكن تبقى أوراق القلب الداخلية والأوراق المغلفة الخارجية سليمة. وتبدأ الأعراض في الظهور عادة عندما تصل الورقة إلى ربع أو نصف حجمها الكامل، وقد تبدأ أحيانًا على أوراق لا يزيد طولها عن سنتيمتر واحد. ويحدث ذلك خاصة فى الزراعات المحمية (Ryder & Whitaker ١٩٨٠، و Collier & Tibbitts ١٩٨٢).

تبدأ أعراض احتراق قمة الأوراق بظهور بقع صغيرة بنية أو سوداء اللون قريبة من حافة الورقة، قد يصاحبها تحلل في العروق الصغيرة في المساحة المتأثرة. وتدريجيًا .. تتلامس البقع المتحللة وتتجمع معًا لتكون مساحات قد يصل طولها لعدة سنتيمترات بامتداد الحافة بينما يتراوح عرضها بين سنتيمتر واحد وسنتيمترين. وفى خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة تظهر الأعراض - عادة - قبل الموعد المتوقع للحصاد بيوم واحد إلى يومين - فى أوراق الرأس الوسطي، ولكن قد تظهر الأعراض أحيانًا على الأوراق الخارجية. وتلاحظ الأعراض ميكرة عن ذلك - عادة - فى الزراعات المحمية. ويكون الضرر أشد وطأة عادة فى خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى عما فى خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة، حيث يظهر فى الأولى - عادة - فى الأوراق الخارجية بقمة الرأس بالإضافة إلى ظهوره بالأوراق الداخلية (شكل ٣-٥، يوجد فى آخر الكتاب). أما خس الرومين فإن الأعراض تظهر فى قمة الأوراق المكشوفة جزئيًا، وفى الخس

الورقى تظهر الأعراض على حواف الأوراق الوسطى المكشوفة جزئيًا (عن Ryder 1999).

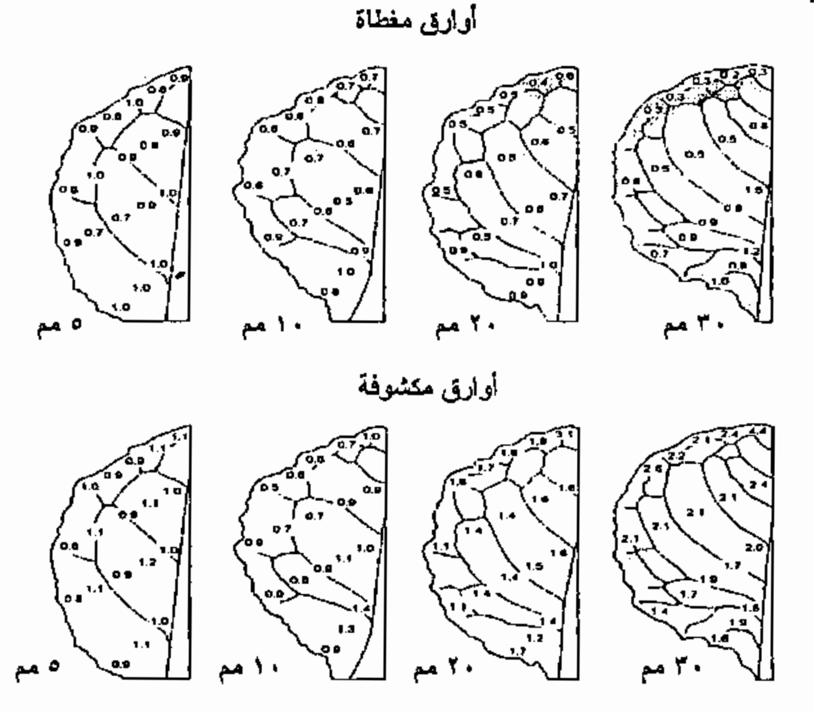
ومما يؤكد العلاقة بين نقص الكالسيوم والظاهرة أنه أمكن منع ظهورها كلية فى الصنف ميكوننجن برش النباتات بنترات الكالسيوم، أو كلوريد الكالسيوم، مع توجيه محلول الرش نحو الأوراق الصغيرة القابلة للإصابة. وقد أظهر التحليل الكيميائى حدوث زيادة كبيرة فى محتوى هذه الأوراق من الكالسيوم بعد المعاملة (Thibodeau & Minotti 1969).

ويبلغ مستوى الكالسيوم عادة (على أساس الوزن الجاف) حوالى ١٪ فى النباتات السليمة، ومن ٠,١-٠,٢٪ فى الأنسجة المصابة. ويكون التركيز أعلى فى الأوراق الداخلية السليمة عما فى الأوراق الداخلية المصابة. وبالرغم من ذلك كله .. فلا تعرف طبيعة العلاقة بين الكالسيوم والظاهرة، وإن كان من المعتقد أن نقص الكالسيوم يحد من تمثيل البروتين، بدليل زيادة الأحماض الأمينية الحرة فى النباتات المصابة، خاصة من حامضى: الأسبارتك، والجلوتامك (Ryder & Whitaker ١٩٨٠).

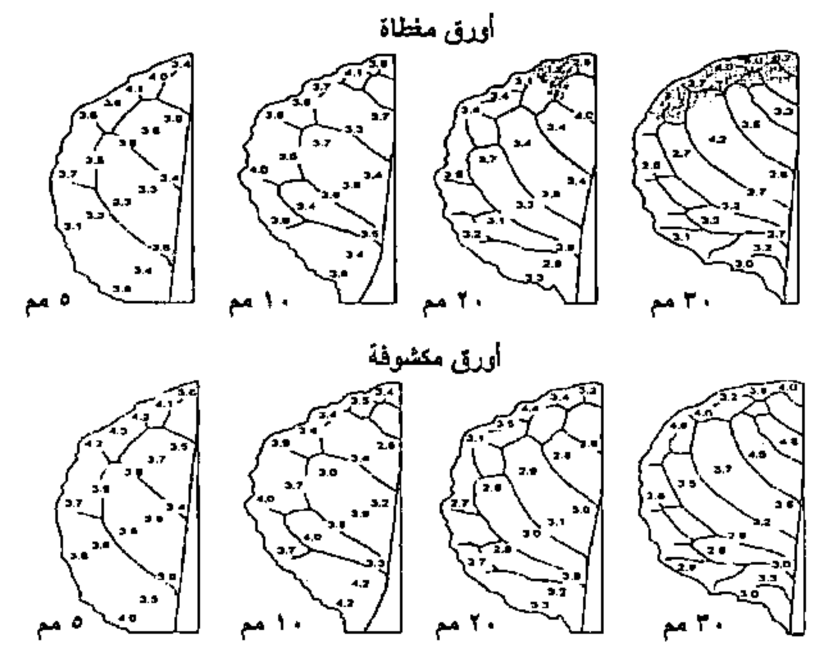
وقد ظهرت أعراض احتراق قمة الأوراق على الأوراق الصغيرة للخس الورقى Leaf Mignontte (وهو حساس للإصابة بالعيب الفسيولوجى) وتراوح محتواها من الكالسيوم بين ٠,١٧، و ٠,٣٢٪، بينما اختفت الأعراض تقريبًا من الأوراق الخارجية المكتملة النمو والتى بلغ محتواها من الكالسيوم ١,١٪. وبالمقارنة .. كان محتوى الأوراق الداخلية للصنف المتحمل للإصابة Fame (وهو من خس الرؤوس) ٠,٥٩٪ (Huett 1994).

وقدرت تركيزات الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم فى أوراق الخس الصغيرة جدًا (من صنف خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى Buttercrunch) باستعمال مجسّ دقيق يعتمد على أشعة إكس. ووجد فى الأوراق المكشوفة (غير المغطاة بأوراق أخرى) أن محتوى الكالسيوم ازداد من متوسط قدره ٠,١٠ إلى ٠,٢١٪ (على أساس الوزن الجاف) بزيادة طول الورقة من ٥ إلى ٣٠ مم. أما فى الأوراق المغطاة فإن تركيز الكالسيوم انخفض من ٠,١٪ إلى ٠,٠٧٪ مع زيادة طول الورقة فى المدى ذاته. وفى قمة تلك

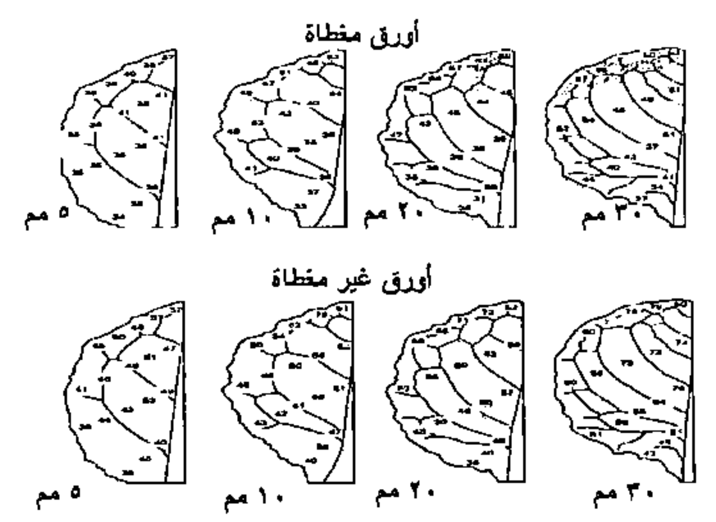
الأوراق المغطاة كان النقص فى مستوى الكالسيوم أكبر مما فى الأجزاء الأخرى من الورقة، حيث انخفض محتوى الكالسيوم من ٠,٠٩٪ إلى ٠,٠٣٪. وقد بدأت مظاهر التحلل فى الظهور فى نسيج قمة الورقة حينما كان تركيز الكالسيوم فيها حوالى ٠,٠٤٪ (شكل ٣-٦). وبالمقارنة .. فإن تركيز المغنيسيوم على امتداد الأوراق المكشوفة كان مماثلاً لتركيزه على امتداد الأوراق المغطاة، ولم يتغير مع زيادة الورقة فى الطول. وقدر متوسط تركيز المغنيسيوم بنحو ٠,٣٥٪ فى الأوراق المكشوفة والمغطاة أثناء زيادتها فى الطول من ٥ مم إلى ٣٠ مم (شكل ٣-٧). وفى كل من الأوراق المكشوفة والمغطاة ازداد تركيز البوتاسيوم أثناء زيادة الورقة فى الطول من ٠,٤٪ عند طول ٥ مم إلى حوالى ٠,٦٪ عند طول ٣٠ مم، وكان أعلى تركيز للبوتاسيوم عند قمة الأوراق وحافتها؛ مما قد يسهم فى تحفيز ظهور الأضرار (شكل ٣-٨) (Barta & Tibbitts ٢٠٠٠).



شكل (٣-٦): محتوى أوراق الخس المغطاة وغير المغطاة من الكالسيوم – بالملليجرام/جم وزن جاف – أثناء نموها. يبين الطول الحقيقى لكل ورقة عند قاعدتها. تمثل المساحات المظللة أجزاء الورقة التى ظهرت عليها أعراض التحلل واحتراق القمة.



شكل (٣–٧): محتوى أوراق الخس المغطاة وغير المغطاة من المغنيسيوم – بالملليجرام لكل جرام وزن جاف – أثناء نموها. يبين الطول الحقيقي لكل ورقة عند قاعدتها. تمثل المساحات المظللة أجزاء الورقة التي ظهرت عليها أعراض التحلل واحتراق القمة



شكل (٣–٨): محتوى أوراق الخس المغطاة وغير المغطاة من البوتاسيوم – بالملليجرام لكل جرام وزن جاف – أثناء نموها. يبين الطول الحقيقي لكل ورقة عند قاعدتها تمثل المساحات المظللة أجزاء الورقة التي ظهرت عليها أعراض التحلل واحتراق القمة

وتتأثر شدة الإصابة باحتراق قمة الأوراق بالعوامل التالية:

أولاً: تزاد شدة الإصابة عند نقص الكالسيوم فى التربة، أو فى النبات:

لقد وجد أن الأنسجة التى تكون على وشك الإصابة باحتراق قمة الأوراق يقل محتواها من الكالسيوم جوهريًا عن الأنسجة المجاورة لها فى الورقة ذاتها، وعن الأنسجة المماثلة لها فى الموقع فى أوراق النباتات غير المتأثرة بالعيب الفسيولوجى.

وتحتوى أوراق الخس المصابة باحتراق الحواف على نسبة أقل من عنصر الكالسيوم، ونسبة أعلى من النيتروجين العضوى – خاصة الأحماض الأمينية الحرة – عن الأوراق السليمة. وتقل نسبة الكالسيوم فى الأوراق الداخلية عما فى الأوراق المغلفة الخارجية. وقد ظهرت أعراض الإصابة بسرعة لدى زراعة الصنف الحساس جريت ليكس ٦٥٩ فى بيئة فقيرة بالكالسيوم وغنية بالنيتروجين النتراتى، كما ازدادت شدة الإصابة بزيادة مستوى المغنيسيوم الذى ينافس الكالسيوم على الامتصاص، أو بزيادة شدة الإضاءة التى تؤدى إلى زيادة النمو، وزيادة الطلب على الكالسيوم (Ashkar & Ries ١٩٧١).

تحتوى معظم الأراضى على كميات كبيرة من الكالسيوم سواء أكان متبادلاً، أم فى المحلول الأرضى. ويعتقد أن الكالسيوم يمتص بطريقة سلبية مع الماء المتص، ويتوقف انتقال الأيون إلى سطح الجذر على معدل النتح؛ فيكون انتقاله سريعًا عندما يكون النتح كثيرًا، ويكون بطيئًا – بالانتشار – فى حالات النتح القليل.

ويكثر ظهور المرض فى الأراضى المضغوطة compact بفعل كثرة مرور الآلات الزراعية الثقيلة عليها. والتى يقل فيها النمو الجذرى عما فى الأراضى المفككة. ويرجع ذلك إلى أن الكالسيوم لا ينتقل بعد امتصاصه – حتى أنسجة الخشب – إلاّ فى الجذور الصغيرة التى لا تكون بشرتها الداخلية (إندوديرمز endoderms) مسوبرة، فى حين يقل تكوين هذه الجذور فى الأراضى المضغوطة، والتى يحدث فيها أن يترسب السيوبرين على جدر البشرة الداخلية بعد فترة قصيرة من تكوين الجذور.

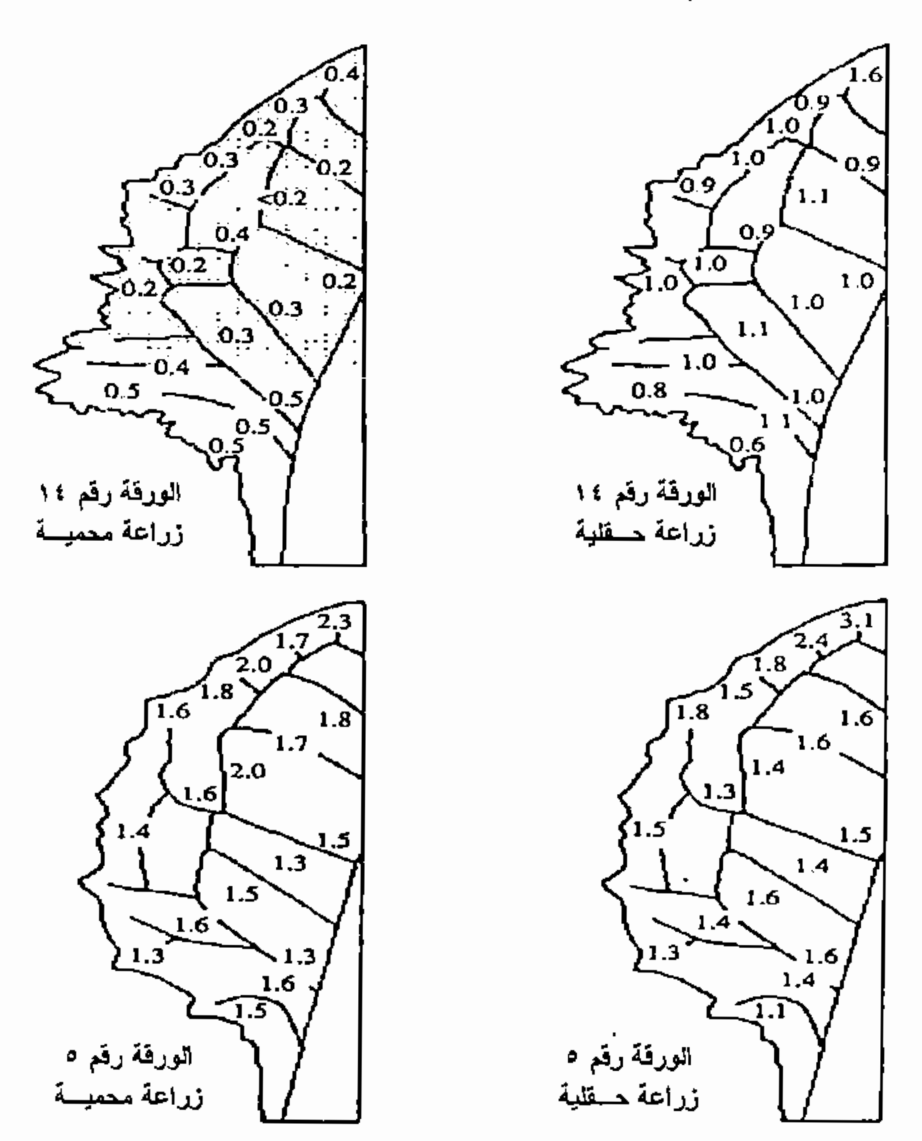
ويؤدى توفر أيونى الأمونيوم، أو البوتاسيوم بكثرة فى التربة إلى منافسة الكالسيوم على الامتصاص، وزيادة الإصابة بالظاهرة تبعًا لذلك.

كما وجد Yanagi وآخرون (١٩٨٣) أن ظهور المرض يرتبط سلبيًا – أيضًا – بمستوى عنصرى المغنيسيوم، والبورن – بالإضافة إلى الكالسيوم – فى أجزاء الرأس الداخلية. ويعتقد أن توفر البورون يؤدى إلى بقاء الكالسيوم فى حالة أكثر قابلية للذوبان، ويزيد من حركته فى النبات، ومن نفاذية الجذور له.

كذلك ظهرت أعراض الإصابة بسرعة لدى معاملة النباتات بأوكسالات الأمونيوم، التى ربما ساعدت على خفض تركيز أيون الكالسيوم فى الأنسجة بتكوين أوكسالات الكالسيوم غير الذائبة. وحدث الشئ نفسه عند المعاملة بالأيونات المخلبية، مثل: حامض الستريك Citrate، وحامض الفيوماريك Fumarate، و حامض الصكينك Succinate التى ربما أدت هى الأخرى إلى نقص تركيز أيون الكالسيوم فى الأنسجة بتكوينها لمركبات مخلبية معه. كما أمكن أيضًا زيادة الإصابة فى رؤوس الخس بعد الحصاد بزيادة معدل تنفسها. وقد سبق ظهور الأعراض زيادة فى تركيز الأحماض الكربوكسيلية التى يمكن أن تكون مركبات معقدة ثابتة مع أيون الكالسيوم.

وفى دراسة أخرى .. استخدم المجسّ الإليكترونى فى تقدير تركيز الكالسيوم فى أجزاء مختلفة من الأوراق التى يبلغ طولها ٢٠ ملليمترًا، ووجد أن المناطق المتأثرة من الأوراق التى ظهرت عليها أعراض الإصابة باحتراق قمة الأوراق احتوت على كالسيوم بتركيز ٠,٢–٠,٣ جزء فى المليون (على أساس الوزن الجاف)، بينما احتوت الأجزاء التى لم تظهر عليها الأعراض – من الأوراق ذاتها – على الكالسيوم بتركيز ٠,٤–٠,٥ جزء فى المليون (شكل ٣–٩). وبالمقارنة فإن تركيز المغنيسيوم كان أعلى فى الأوراق المصابة بالعيب الفسيولوجى (٤,٧ جزء فى المليون) عما فى الأوراق غير المتأثرة به (٣,٤ جزء فى المليون)، أى أن تركيز المغنيسيوم ارتبط سلبيًا مع تركيز الكالسيوم (شكل ٣–١٠)، بينما لم يختلف تركيز البوتاسيوم جوهريًا بين الأوراق المصابة والسليمة. وكان تركيز الكالسيوم فى الأجزاء المتأثرة من الورقة أقل جوهريًا من تركيزه فى الأجزاء المناظرة من الأوراق المماثلة غير المتأثرة بالعيب الفسيولوجى. كذلك كان تركيز الكالسيوم أقل فى الأوراق الداخلية المغطاة بالأوراق الخارجية مما فى الأوراق غير المغطاة، كما احتوت النباتات التى أنتجت فى الزراعات المحمية على تركيزات من الكالسيوم أقل مما فى النباتات التى أنتجت فى الزراعات الحقلية، وكان ذلك مرتبطًا

بزيادة فى سرعة النمو النباتى فى الزراعات المحمية مقارنة بالنمو فى الزراعات الحقلية (Barta & Tibbitts ١٩٩١).



شكل (٣-٩): تركيز الكالسيوم فى مختلف أجزاء ورقة خس من صنف جرين ليك Green Lake بطول ٢ مم (الورقتان الخامسة والرابعة عشر) تحت ظروف الزراعة المحمية والحقل. تمثل المساحات المظللة أجزاء الورقة التى ظهرت عليها أعراض التحلل واحتراق القمة.



شكل (٣-١٠) تركيز المغنيسيوم فى مختلف أجزاء ورقة خس من صنف جرين ليك بطول ٢ سم (الورقتان الخامسة والرابعة عشر) تحت ظروف الزراعة المحمية والحقل تمثل المساحات المظللة أجزاء الورقة التى ظهرت عليها أعراض التحلل واحتراق القمة.

ثانيا ترتبط شدة الإصابة باحتراق قمة الأوراق سلبيًا مع معدل النتح:

ينتقل الكالسيوم المتص فى أنسجة الخشب مع الماء الممتص إلى حين وصول الماء إلى حيث يفقد بالنتح، وبذا . يزداد تركيز الكالسيوم وتنعدم الإصابة بالعيب الفسيولوجى فى الأوراق الخارجية التى تنتح، بينما يقل وصول الكالسيوم إلى الأوراق الداخلية التى ينعدم فيها النتح تقريبًا، والتى تزداد فيها شدة الإصابة.

وفى محاولة لاستكشاف العلاقة بين النتح، وانتقال الكالسيوم، والإصابة بالظاهرة ..قام كل من Barta & Tibbitts (١٩٨٦) بإحاطة الأوراق الصغيرة لنباتات خس عمرها ٢٠ يومًا بشرائح من البوليثيلين المغطى بالألومنيوم، بهدف تقليل النتح، وتركت لتنمو فى مزرعة مائية بها محلول مغذٍ كامل - وفى حرارة عالية، ورطوبة نسبية ٦٥٪ - أدت هذه المعاملة إلى ظهور أعراض الإصابة بالظاهرة فى ٥٣٪ من الأوراق الداخلية التى يبلغ طولها من ١-٣ سم، بينما بلغت نسبة الإصابة فى الأوراق المماثلة من نباتات المقارنة ١٪ فقط خلال الفترة نفسها. كما كان تركيز الكالسيوم فى الأوراق الداخلية للنباتات المغلفة ٠,٦٣ مجم/جم وزن جاف، بالمقارنة بنحو ١,٤٨ مجم/جم وزن جاف فى نفس الأوراق من نباتات المقارنة. وبلغ محتوى الكالسيوم فى الأوراق الخارجية - وهى التى يفقد منها الماء بالنتح - حوالى ٩,٩ مجم/جم وزن جاف. ووجد فى هذه الدراسة أيضًا أن محتوى المغنيسيوم فى الأوراق الداخلية كان ٢,٢٥ مجم/جم وزن جاف فى النباتات المغلفة، بالمقارنة بنحو ٢,٣٤ مجم/جم وزن جاف فى نباتات المقارنة غير المغلفة. وبذا .. تؤكد هذه الدراسة أن تغليف أوراق القمة النامية - مثلما يحدث عند تكوين الرؤوس - يعد كافيًا لخفض مستوى الكالسيوم بها إلى الحد الذى تظهر معه أعراض احتراق حواف الأورلق.

وتأييدًا لتلك العلاقة بين النتح وانتقال الكالسيوم أمكن أيضًا منع حدوث الإصابة باحتراق قمة الأوراق بدفع تيار من الهواء حول الأوراق الصغيرة مع بداية تكوين الرأس؛ الأمر الذى أدى إلى زيادة معدل النتح. ولذا .. فإن تشجيع زيادة النتح فى الزراعات المحمية للخس بتوفير الرطوبة الأرضية مع خفض الرطوبة النسبية خلال النهار يمكن أن يسهم فى الحد من الإصابة باحتراق قمة الأوراق (Goto & Takakura ١٩٩٢).

ثالثًا: تزاد شدة الإصابة فى الظروف التى تحفز النمو السريع حيث يزداد الطلب على الكالسيوم فى الأنسجة النامية:

إن الظروف التى تتسبب فى نقص إمدادات الكالسيوم فى أنسجة حافة الورقة تبدأ - عادة - بحدوث زيادة فى معدل النمو، وتلك الظروف هى: الارتفاع فى درجة الحرارة وشدة الإضاءة، وزيادة التسميد الآزوتى ومعدل الرى، ومعاملات محفزات النمو،

وزيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى البيوت المحمية (من ٣٠٠ إلى ١٥٠٠ جزء فى المليون). تعمل هذه العوامل – منفردة أو معًا – على زيادة معدل النمو فى حافة الأوراق النامية، والتى تكون – عادة – الأوراق الداخلية. ونظرًا لأن الكالسيوم يتحرك مع تيار الماء الممتص الذى يتحرك فى النبات ليفقد بالنتح؛ فإن إمداداته تقصر عن سد حاجة أنسجة الحافة السريعة النمو فى الأوراق الداخلية، خاصة وأنها لا تنتح (عن Ryder ١٩٩٩).

وقد وجد Cox وآخرون (١٩٧٦) ارتباطًا بين شدة الإصابة بالمرض، ومعدل النمو النسبى Relative Growth Rate فى ستة أصناف من الخس تحت ظروف مختلفة من الحرارة، والفترة الضوئية، والتى كان لها تأثير على معدل النمو النسبى للنباتات. كما وجد Yanagi وآخرون (١٩٨٣) ارتباطًا موجبًا بين شدة الإصابة والمتوسط الشهرى العام لدرجة الحرارة، وكذلك المتوسط الشهرى لدرجتى الحرارة الصغرى، والعظمى فى هاواى. وقد صاحب ارتفاع درجة الحرارة زيادة فى معدل النمو النباتى.

وتبيَّن من دراسات Tibbitts & Rao (١٩٦٨) على الصنف الحساس ميكوننجن Meikoningen أن الحالة المرضية ازدادت سواء بزيادة شدة الإضاءة، أو الفترة الضوئية ووجد ارتباط عال بين شدة الإضاءة، ومعدل النمو النباتى. ولم تظهر أعراض الإصابة فى هذه الدراسة إلا عندما زاد معدل تكوين الأوراق الجديدة عن ورقة ونصف الورقة يوميًا. وقد كان النمو الطولى للأوراق المصابة أكبر دائمًا من نموها العرضى. كما وجد Collier & Wurr (١٩٨١) ارتباطًا موجبًا بين شدة الإصابة وطول الأوراق القابلة للإصابة عند النضج.

كذلك أدت زيادة معدل التسميد بنترات الكالسيوم من ٢٠ إلى ٤٠٠ كجم للهكتار (من ٨,٤ إلى ١٦٨ كجم نترات كالسيوم للفدان) إلى زيادة معدل الإصابة باحتراق قمة الأوراق، وكان ذلك مرتبطًا جزئيًا بزيادة فى حجم الرأس، ومصاحبًا بنقص فى نسبة الجذور إلى النموات القمية، ولكن لم يحدث نقص فى محتوى المادة الجافة للأوراق الداخلية من الكالسيوم (Brumm & Schenk ١٩٩٣).

وقد أدى تقليل معدل النمو النباتى تحت ظروف الحقل بالزراعة – على مسافات

ضيقة – إلى خفض معدل الإصابة بالمرض فى بعض الأصناف، إلاّ أن هذه الطريقة تـؤدى إلى إنتاج نباتات صغيرة غير اقتصاديــة، ولا ينصـح بـها كوسـية لمكافحـة المـرض (Cox وآخرون ١٩٧٦).

كذلك أدت المعاملة بمثبطات النمـو Growth Retardants إلى خفـض معـدل الإصابـة بالمرض. وعلى العكس من ذلك .. ازداد ظهور المرض بعد معاملة النباتات بالأوكسـينات (وهـى محفـزة للنمـو الخضـرى)، أو ببعـض المركبــات (مثـل حــامض الكلوروجينــك Chlorogenic Acid) التى تثبط عمل الإنزيم IAA oxidase (وهــو الـذى يـؤدى إلى هـدم الأوكسين الطبيعى فى النبات). هذا .. ويزداد تركيز حامض الكلوروجينــك – طبيعيًـا – فى النبات فى حالات التعرض للحرارة المرتفعة، أو للفترات الضوئية الطويلـة (Collier & Tibbitts ١٩٨٢).

رابعًا: تنخفض شدة الإصابة باحتراق قمة الأوراق عند زيادة الضغط الجذرى:

بينما تزداد شدة الإصابة بالمرض عند توفر الظـروف التـى تقلـل مـن وصـول المـاء إلى الأوراق الداخلية الحساسـة للإصابة، فإنها تنخفض فى الظروف التى تعمـل علـى زيـادة الضغط الجذرى. فقد وجد كل من Collier & Wurr (١٩٨١) ارتباطًا موجبًا بين الإصابة بالظاهرة، وكمية الماء المفقودة بالنتح من الأوراق الخارجية للنبات خلال الأسبوع الأخـير قبل الحصاد. كما وجد أن زيادة الضغط الجذرى برش النباتات ليلاً بكمية قليلة من الماء علـى صـورة ضبـاب mist، أدت إلى خفـض معـدل الإصابـة. وقـد أرجعــا ذلــك إلى أن الكالسـيوم ينتقل فى النبات مع تيار الماء الذى يفقد بالنتح. ونظرًا لأن الأوراق الخارجيــة فقط هى التى تنتح .. لذا تصل إليها كميـات كافيـة مـن الكالسيوم، بينمـا لا يصـل إلى الأوراق الداخلية النامية – التى تحتاج إلى كميات أكبر من العنصـر – إلا مـع مـا يصلـها من ماء بفعل الضغط الجذرى. وتزداد شدة الإصابة – تبعًا لذلك – مع زيــادة معـدل نمـو هذه الأوراق عن سرعة وصول الكالسيوم إليها، وعند زيادة النتح من الأوراق الخارجيــة؛ وأثناء تكون الرؤوس؛ حيـث تكـون الأوراق الداخليـة محاطـة بـالأوراق الخارجيـة، ولا يحدث فيها نتح يذكر.

ويذكر Collier & Tibbitts (١٩٨٤) أنه أمكن تقليل نسبة الإصابة بحالة فسيولوجية

مماثلة فى كل من الكرنب، والقنبيط، والفراولة بزيادة نسبة الكالسيوم فى الأوراق عن طريق زيادة الرطوبة النسبية ليلاً، أو خفضها نهارًا، أو توفير الظروف التى تعمل على زيادة امتصاص الماء بواسطة الجذور. وقد وجدا لدى تعريض نباتات الخس لظروف مماثلة أن خفض الرطوبة النسبية – نهارًا من ٧٤٪ إلى ٥١٪ – صاحبه نقص فى سرعة نمو النباتات، وزيادة تركيز الكالسيوم بها، وتأخر ظهور أعراض الإصابة عليها. هذا .. بينما أدى خفض الرطوبة النسبية ليلاً من ٩٥٪ إلى ٩٠٪ إلى نقص سرعة نمو النباتات، ونقص تركيز الكالسيوم بها، والتبكير فى ظهور الإصابة. وقد توصلا من ذلك إلى أن زيادة الضغط الجذرى ليلاً ساعدت على زيادة تركيز الكالسيوم فى الأوراق، وتأخر ظهور أعراض الإصابة.

هذا .. ويزداد الضغط الجذرى ليلاً فى الحالات التالية:

١ – عند زيادة الرطوبة النسبية ليلاً إلى قريبًا من درجة التشبع.

٢ – عند زيادة الرطوبة الأرضية، حيث يقل النتح إلى أدنى مستوى، وينتقل الكالسيوم بالتساوى إلى جميع أنسجة النبات.

٣ – عند زيادة فترة الظلام.

٤ – عندما تكون الظروف الأرضية مناسبة لامتصاص الماء. ويتحقق ذلك بخفض الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى (أو للمحلول المغذى فى المزارع المائية) ليلاً من خلال التحكم فى برنامج التسميد.

ويتولد ضغط جذرى جيد بصورة طبيعية تحت ظروف الحقل، نظرًا للفرق الكبير فى درجة الحرارة بين النهار والليل. ولكن تقل فرصة تولد ضغط جذرى مناسب ليلاً فى الزراعات المحمية التى يتم التحكم فى درجة الحرارة فيها.

ومن أهم العوامل التى تؤدى إلى نقص الضغط الجذرى ليلاً وزيادة حدة الإصابة ما يلى:

١ – التعرض لظروف الجفاف.

٢ – زيادة معدلات التسميد.

٣ – زيادة تركيز الأملاح بالتربة.

٤ – غمر الأرض بالماء لفترة طويلة.

٥ – ارتفاع درجة الحرارة ليلاً.

٦ – زيادة الفترة الضوئية، ولذا تكثر الإصابة صيفًا في المناطق التي تقع شمال خط عرض ٥٠°م شمالاً، أو جنوب خط عرض ٥٠°م جنوبًا، حيث يكون النهار طويلاً.

وتتضح أهمية الضغط الجذري في أصناف الخس المقاومة من مجموعة آيس برج Iceberg، والتي تحتوي نباتاتها على عدد قليل – نسبيًّا – من الأوراق الخارجية المغلفة للرأس، وهي الأوراق التي يفقد منها الماء بالنتح. ويعني ذلك قلة النتح في هذه الأصناف، مما يزيد من فرصة تولد ضغط جذري مناسب، يساعد على وصول الكالسيوم إلى الأوراق الداخلية (Collier & Tibbitts ١٩٨٢).

ومن الافتراضات التي وضعت لتفسير ظاهرة احتراق قمة الأوراق، ما يلي:

١ – افترض وجود علاقة بين العوامل التي تؤدي إلى زيادة معدل النمو، وتمزق القنوات اللبنية laticifers، وخروج اللبن النباتي (اليتوع) latex منها إلى الخلايا البرانشيمية المجاورة؛ مما يؤدي إلى انهيارها، وتحللها، وإصابتها باحتراق الحواف. وقد أوضح Tibbitts وآخرون (١٩٨٥) أن الضغط الداخلي في هذه القنوات يختلف باختلاف عمر النبات، من ١,٥ بار في البادرات، إلى ١٢,٥ بار في النباتات المزهرة، وأنه يقل عند التعرض لظروف الجفاف، أو ضعف شدة الإضاءة. ويعتقد الباحثون أن زيادة الضغط الداخلي في هذه القنوات يمكن أن تؤدي إلى ظهور الأعراض؛ نظرًا لأن مستوى الكالسيوم يكون بطبيعته شديد الانخفاض في الأنسجة القابلة للإصابة، وتظهر الأعراض إذا حدثت أية إعاقة لتحركه إلى هذه الأنسجة، وهو ما يمكن أن يحدث بسهولة عند زيادة الضغط في القنوات اللبنية، وخروج المادة اللبنية منها، وإعاقتها لحركة الكالسيوم. ومما يؤيد هذه الفرضية .. أن ظاهرة احتراق حواف الأوراق تحدث كذلك في كل من الهندباء والشيكوريا، وهي خضروات تحتوي على اللبن النباتي أيضًا. ولكن نظرًا لأن الظاهرة تحدث في خضروات أخرى لا تحتوي على اللبن النباتي، مثل: الكرنب، والكرفس؛ لذا يمكن القول .. إن تمزق الخلايا اللبنية ليس سببًا مباشرًا للظاهرة، ولكنه يكون مصاحبًا لها.

٢ – ذكر أيضًا فى تفسير علاقة الكالسيوم بالظاهرة أنه يدخل فى تركيب المواد البكتينية اللاصقة للخلايا، وأن نقصه يؤدى إلى تفكك الخلايا خاصة فى الأنسجة الحديثة النمو (Ashkar & Ries ١٩٧١).

٣ – كما ذكر أن الظاهرة قد تكون لها علاقة بنفاذية الأغشية الخلوية، وتغير خواصها ومما يؤيد ذلك .. أن رش النباتات بمنظم النمو ٦–بنزيل أمينوبيورين 6-benzylamino purine (يكتب اختصارًا BA، وهو – كغيره من السيتوكينينات الأخرى – ذو دور منظم لنفاذية الأغشية الخلوية) يمنع ظهور أعراض الإصابة بالمرض. كما وجد أن ظهور الأعراض يكون مصاحبًا بزيادة تركيز أيون الأيدروجين فى الأنسجة المصابة، وهو الذى قد يحل محل الكالسيوم فى الدهون الفوسفورية Phospholipids فى الأغشية الخلوية.

٤ – كذلك ذكر فى تفسير حاجة الأوراق الحديثة لاحتياجات عالية من الكالسيوم أن تلك الأوراق عندما تصبح نشطة فى عملية البناء الضوئى، يزداد فيها اختزال النترات بدرجة عالية فى بداية الأمر؛ مما يؤدى إلى تكوين الأحماض العضوية التى تكون ألفتها للكالسيوم عالية؛ ومن ثم تزداد حاجة تلك الأنسجة إلى الكالسيوم (عن Barta & Tibbitts ٢٠٠٠).

ويمكن تقليل الإصابة باحتراق قمة الأوراق فى الخس بمراعاة ما يلى:

١ – الزراعة فى الجو البارد نسبيًا.

٢ – الزراعة فى الأراضى الثقيلة التى لا تشجع على النمو النباتى السريع

٣ – زراعة الأصناف المقاومة، مثل: مونتيمار Montemar، وكالمار Calmar، وساليناس Salinas، وفانجارد Vanguard. وقد اعتبر صنف خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة ساليناس Salinas – لفترة طويلة – قياسيًا فى مقاومته لاحتراق قمة الأوراق. كما يعتبر الصنف Tiber – الذى أنتج حديثًا أكثر مقاومة من ساليناس (Ryder & Waycott ١٩٩٨).

٤ – تجنب التسميد الغزير خاصة بالأسمدة الآزوتية.

٥ – تجنب كثرة الرى عند اقتراب الرؤوس من النضج.

٦ – توفير الكالسيوم للنباتات مع تجنب الإكثار من التسميد بالكاتيونات الأخرى التى تنافس الكالسيوم على الامتصاص. هذا .. إلا أن توفير الكالسيوم فى المراحل المتأخرة من النمو بعد فترة من النقص لا يكون فعّالاً، كما أن الرش بأملاح الكالسيوم بعد التفاف الرؤوس لا يكون مجديًا، لأن العنصر لا ينتقل من الأوراق الخارجية التى يصل إليها محلول الرش إلى الأوراق الداخلية التى تكون بحاجة إليه. ومن الطبيعى أن هذه المشكلة لا تظهر فى أصناف الخس التى لا تكون رؤوسًا.

ويعتقد بأن إحلال الماء أو محلول نترات الكالسيوم بتركيز ١٠٠ جزء فى فى المليون – أثناء الليل – محل المحلول الغذائى فى مزارع تقنية الغشاء المغذى للخس ربما يعد وسيلة مناسبة لخفض الإصابة باحتراق قمة الأوراق (Cresswell ١٩٩١).

٧ – توفير الظروف التى تعمل على زيادة الضغط الجذرى ليلاً، مثل:

أ – الرى الجيد.

ب – عدم الزراعة فى الأراضى الملحية.

جـ – عدم المغالاة فى التسميد، مع خفض تركيز المحلول المغذى ليلاً فى المزارع المائية.

د – زيادة الرطوبة النسبية ليلاً فى الزراعات المحمية، وتكون لتلك الزيادة أهمية كبيرة فى المراحل الأخيرة من النمو النباتى بعد بدء التفاف الرؤوس.

٨ – توفير الظروف التى تعمل على زيادة النتح نهارًا، وهو أمر يمكن التحكم فيه فى الزراعات المحمية بالاهتمام بتهوية البيوت.

٩ – تجنب رفع درجة الحرارة، أو زيادة شدة الإضاءة، أو طول فترة الإضاءة فى الزراعات المحمية إلى الحد الذى يؤدى إلى زيادة شدة الإصابة بالظاهرة.

١٠ – قد تفيد المعاملة بالسيتوكينينات، خاصة وإنها تنتقل فى النبات عن طريق اللحاء؛ أى أنها يمكن أن تنتقل من الأوراق الخارجية التى تتعرض لمحلول الرش إلى الأوراق الداخلية المغطاة مع الغذاء المجهز.

تغير لون العرق الوسطى

إن تغير لون العرق الوسطى rib discoloration، ولفحة العرق الوسطى rib blight،

والعرق الوسطى البنى brown rib تعد جميعها مسميات لعيب فسيولوجى واحد يظهر على أى من جانبى العرق الوسطى بالأوراق الخارجية للرأس، خاصة فى أماكن انحناء الورقة بالقرب من قاعدتها. تكون الأعراض على صورة خطوط صفراء فى البداية، ثم تتغير إلى اللون الرصاصى، فالبنى، فالأسود (شكل ١-١١، يوجد فى آخر الكتاب). ويلى ذلك انتشار الإصابة على امتداد العرق الوسطى بالأوراق الكبيرة، ثم ظهورها على أوراق أخرى كلما ازداد اكتمال تكوين الرؤوس وأصبحت أكثر صلابة. ومع ازدياد البقع الملونة فى المساحة .. فإنها تلتحم جميعها؛ لتكون بقعًا أكبر قد تمتد إلى مسافة عدة سنتيمترات بطول العرق الوسطى.

تزداد الإصابة فى خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة، ولكنها تظهر أحيانًا فى طرز الخس الأخرى.

تظهر الإصابة بوضوح قبل الحصاد مباشرة، وتكون أوضح ما تكون فى الأوراق المغلفة للرأس وتلك التى تليها مباشرة. لا تتغير الأعراض كثيرًا بعد الحصاد، ولكن الأنسجة المصابة قد تخدم كمنافذ للإصابة بالكائنات الدقيقة المسببة للأعفان.

تزاد الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى فى الظروف التى يكون فيها الجو رطبًا، مع ارتفاع درجة الحرارة ليلاً ونهارًا أو ارتفاع الحرارة العظمى نهارًا إلى ٢٩-٣٠°م قبل الحصاد. ونظرًا لأن الإصابة لا تبدأ إلا بعد بدء تكوين الرؤوس، وتزداد مع زيادة النضج، فإنه يمكن اعتبار المرض أحد أعراض الشيخوخة. تتعفن النباتات المصابة غالبًا قبل أن تصل إلى المستهلك، ولكن لم يمكن ملاحظة أى كائنات مرضية فى الأجزاء المصابة قبل بدء التحلل. ولا توجد وسيلة لوقف تقدم الإصابة بعد ظهورها (Jenkins ١٩٦٢، و Ryder ١٩٩٩).

الأوراق الحلزونية

تظهر حالة الأوراق الحلزونية Spiralled Leaves فى الخس الرومين، حيث تأخذ الأوراق مظهرًا حلزونيًا حول بعضها فى الرأس. وقد وجد Northmann (١٩٧٣) أن معاملة نباتات الخس بالكلورمكوات Chlormequat بتركيز ٦٠٠٠ جزء فى المليون، أو بالأمينوزيد Aminozide بتركيز ٥٠٠٠ جزء فى المليون أدت إلى تأخير ظهور حالة الأوراق الحلزونية، والحد منها.

التلون البنى الصدئ

لا يظهر التلون البنى الصدئ Rusty Brown Discoloration إلا فى الصنف كليماكس Climax. وتكون الإصابة على صورة لون بنى مائل إلى الأحمر على العرق الوسطى، وأنسجة الورقة المجاورة له فى الأوراق الخارجية. ويزداد ظهور هذه الحالة فى النباتات التى تصاب فى مراحل نموها المتأخرة بفيرس موزايك الخس.

التحلل الداخلى للعرق الوسطى

يظهر التحلل الداخلى للعرق الوسطى Internal Rib Necrosis على صورة لون رصاصى أو أسود فى العرق الوسطى بالقرب من قاعدته. ولا تظهر الأعراض إلاّ فى الصنف كليماكس عند إصابته بفيرس تبرقش الخس فى المراحل المتأخرة من نموه، والصنف فانجارد لدى إصابته بأى من فيروسى: موزايك الخس، أو اصفرار البنجر الغربى .. والجدير بالذكر أن لهذين الصنفين أبوين مشتركين (Ryder ١٩٧٩).

التبقع الصدئ والصبغة البنية

يظهر العيبان الفسيولوجيان التبقع الصدئ Russet Spotting والصبغة النبية Brown Stain نتيجة لتعرض الخس لظروف معينة غير مناسبة بعد الحصاد؛ ولذا .. فإننا نؤجل مناقشتهما إلى الفصل التالى، وهو الخاص بالحصاد والتداول والتخزين والتصدير.

الأضرار الفسيولوجية لتغذية طراز B البيولوجى لحشرة الذبابة البيضاء

تؤدى تغذية حشرة الذبابة البيضاء من طراز B البيولوجى (التى أعطيت الاسم العلمى *Bemisia argentifollii*) إلى تقزم النمو النباتى واصفرار الأوراق والساق. وتزداد هذه الأعراض بزيادة شدة الإصابة بالذبابة وتختفى بمكافحتها. ويرجع ذلك إلى إفراز حوريات الذبابة أثناء تغذيتها لسم أو سموم معينة ذات تأثير موضعى (Costa وآخرون ١٩٩٣).

الأضرار الفسيولوجية لملوثات الهواء

لبعض الغازات التى تلوث الهواء الجوى – مثل: الأوزون، وثانى أكسيد الكبريت، وثانى أكسيد النيتروجين، ونترات البيروكسى أستيل peroxyacetyl nitrate – تأثيرات سامة على الخس عندما ينمو بالقرب من مصادر تلك الغازات. تتضمن الأضرار: تغيرات لونية، وظهور نقر أو تحلل بالأوراق تخفض من قيمته التسويقية. كما أن التركيزات المنخفضة نسبيًا من تلك الملوثات قد لا تحدث أعراضًا ملحوظة ولكنها تؤدى إلى ضعف النمو ونقص المحصول.

الفصل الرابع

حصاد وتداول، وتخزين، وتصدير الخس

اكتمال التكوين للحصاد

يكون خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة جاهزًا للحصاد بعد فترة - من الزراعة بالبذرة مباشرة - تتراوح بين ٥٥، و ٦٠ يومًا فى الجو الدافئ نسبيًا إلى ١١٠-١٢٠ يومًا فى الجو البارد، وتقل الفترة التى يلزم مرورها حتى الحصاد بنحو ٣-٤ أسابيع فى حالة الزراعة بالشتل.

أما خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى - كذلك الخس الورقى - فإنهما يكونان أبكر فى الحصاد عن خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة بنحو أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع.

ويقع خس الرومين بين خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة وخس الرؤوس ذات الملمس الدهنى من حيث عدد الأيام التى يلزم مرورها حتى يصبح النبات جاهزًا للحصاد.

ومن أهم علامات النضج فى مجاميع الخس المختلفة، ما يلى:

١ - خس الرؤوس ذات الأوراق النضرة السهلة التقصف Crisphead: صلابة الرؤوس واندماجها.

وتقسم شدة الصلابة فى خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة إلى الدرجات التالية (عن Kader وآخرين ١٩٨٥):

درجة الصلابة	خصائص الرؤوس بعد الحصاد
أ - طرية .. لم تتكون الرأس	أكثر قابلية للإصابة بالأضرار الفيزيائية، ويرتفع فيها معدل التنفس عما فى الرؤوس الأكثر اكتمالاً، وغير صالحة للتسويق.

درجة الصلابة	خصائص الرؤوس بعد الحصاد
ب – قليلة الصلابة .. الرأس متكونة قليلاً	يرتفع فيها معدل التنفس.
جـ – صلبة .. الرأس متكونة جيدًا والكثافة مثالية	ذات قدرة تخزينية عالية.
د – صلبة جدًا .. عالية الكثافة ولكن عروقها غير متشققة	أكثر قابلية للإصابة بالتبقع الصدئ والعرق الوردى، وغيرها من العيوب الفسيولوجية، وتقل قدرتها التخزينية.
هـ – شديدة الصلابة .. يوجد بها عروق متشققة	تقل فيها القدرة التخزينية بسبب وجودها فى مرحلة متقدمة من النمو، ويصعب تبريدها أوليًا بطريقة التفريغ.

٢ – خس اللاتوجا: التفاف الأوراق حول بعضها البعض بصورة جيدة

٣ – خس الرومين: امتلاء الرأس وكبر حجمها.

٤ – الخس الورقى: وصول النبات إلى أكبر حجم له، أو قبل ذلك فى حال ارتفاع الأسعار.

وتجب – دائمًا – مراعاة عدم تأخير الحصاد عن الموعد المناسب؛ لأن ذلك يؤدى إلى تصلب الأوراق، واكتسابها طعمًا مرًّا بمجرد اتجاها نحو الإزهار.

الحصاد

يجرى الحصاد إما يدويًا أو آليًّا.

يجرى الحصاد اليدوى بقطع ساق النبات بسكين حاد أسفل سطح التربة بقليل، ويحدد مكان القطع بحيث تترك الأوراق المسنة الصفراء والأوراق القديمة الخضراء على سطح التربة، ويلى ذلك تشذيب الرأس والتخلص من أى أوراق أخرى خارجية غير جيدة المظهر. وفى الولايات المتحدة يُحتفظ بنحو ٥–٧ أوراق خارجية فى الرؤوس التى تعبأ فى الكراتين دونما تغليف، بينما يكتفى بترك ورقة خارجية واحدة أو اثنتان عندما يعبأ الخس مغلفًا.

ويجرى الحصاد الآلى بواسطة آلات كبيرة تقوم بإجراء عمليتى الحصاد والتعبئة فى

صناديق بلاستيكية أثناء سير الآلة فى الحقل (شكل ٤-١، يوجد فى آخر الكتاب)، وتعتمد بعض آلات حصاد الخس على أشعة إكس لتحديد مدى صلابة الرؤوس كدليل على اكتمال النمو، وهى طريقة أكثر دقة من طريقة الجس اليدوى.

حصاد المِسكَلَن

إن المِسكَلَن Mesclun كلمة فرنسية تعنى سلطة، وهو عبارة عن خليط من الأوراق غير المكتملة التكوين لعديد من الأنواع النباتية. ويجد المِسكَلَن رواجًا فى كل من فرنسا وإيطاليا. وقد يدخل ضمن مكونات المِسكَلَن ما يلى: الخس الرومين الأخضر والأحمر، والخس الورقى المشرشر، والخس الورقى الأخضر والأحمر من طراز ورقة البلّوط، والهندباء، والشكوريا، والسبانخ، وأوراق البنجر، والسلق السويسرى الأحمر. وتكون زراعة المحاصيل المختلفة - عادة - فى سطور مستقلة على قمة مصاطب، بينما تزرع أصناف الخس مخلوطة معًا.

ونظرًا لأن المِسكَلَن يتكون من أوراق صغيرة جدًا لا يتعدى طولها ١٠-١٢ سم؛ لذا .. فإنها يجب تحصد يدويًا بعناية باستعمال سكين أو محش. وعادة .. يحصد كل صنف أو طراز من الخس أو محصول ورقى منفردًا ويعبأ منفردًا. ولكن قد يحدث فى حالات أخرى أن تزرع تلك الأصناف والطرز والمحاصيل مختلطة، وقد تزرع أصناف الخس فقط مختلطة بينما تزرع المحاصيل الأخرى منفردة. يجرى الحصاد أعلى منطقة التاج لكى تتمكن النباتات من معاودة نموها وإنتاج محصول جديد من الأوراق؛ بما يسمح بإعادة حشها مرتين أو ثلاث مرات (عن Ryder ١٩٩٩).

التداول

التجهيز والتعبئة

تجب المحافظة على المنتج نظيفًا وخاليًا من التربة. ويتم تداول الخس بعناية شديدة نظرًا لسهولة تقصف أوراقه وخدشها.

تستبعد الرؤوس غير الصلبة، والمصابة بالأمراض، وتقلم الرؤوس الأخرى بحيث لا يتبقى بكل منها سوى ورقتين فقط من الأوراق المغلفة. يعبأ الخس غالبًا فى صناديق من الكرتون، يتسع كل منها لأربعة وعشرين رأسًا. ترتب الرؤوس فى طبقتين، بحيث

تتجه سيقانها نحو الخارج. تجرى التعبئة عادة فى الحقل، ولا يضاف الثلج المجـروش إلى العبوات.

يتبين مما تقدم أن الخس لا يغسل قبل تبريده أوليًا وتخزينه، ولكنه قد يبرد أوليًا – أحيانًا – بالغمر فى الماء المثلج، كما قد يبلل أحيانا بالماء قبل تبريده مبدئيًا بالتفريغ.

ويجب أن تكون الأغشية المبطنة للكراتـين التـى يعبـا فيـها الخـس مثقبـة أو منفـذه للغازات حتى لا يصبح الجو الداخلى فيها ضارًا بالرؤوس من جّراء تراكم ثـانى أكسـيد الكربون واستهلاك الأكسجين بالتنفس.

ولمزيد من التفاصيل عن عبوات الخس ومواصفاتـها، ورتـب الخـس ومواصفاتـها فـى الولايات المتحدة .. يراجع Seelig (١٩٧٠). أمـا مواصفـات الرتـب الدوليـة للخـس .. فيمكن الرجوع إليها فى (OECD ١٩٧١).

التبريد المبدئى

يجب تبريد الخـس مبدئيًـا إلى ١°م بعـد تعبئتـه مباشـرة، ويتـم ذلـك عـادة بطريقـة التعريض للتفريغ vacuum cooling داخل أنبوبة ضخمة من الصلب، تتسع لنحـو ٣٢٠ صندوقًا، تتعرض فيه الرؤوس لتفريغ سريع يؤدى إلى خفض درجة حرارتها إلى أقل مـن ١°م فى أقل من نصف ساعة. وهى أسرع وأكثر كفاءة من التبريد بالغمر فى المـاء المثلـج. ويفيد رش رؤوس الخس بالماء فى سـرعة تبريدهـا بـالتفريغ، وخاصـة إذا كـانت جافـة وحرارتها تزيد عن ٢٤°م. ويتعين أن تكون الكراتين والأغشية المبطنة لهـا مثقبـة بـالقدر الذى يسمح بالنفاذ السريع لبخار الماء عند التعريض للتفريغ. وعلى الرغم من أن التـبريد بالتفريغ يعنى فقد بعض الرطوبة من الخس فإنه لا يؤدى إلى ذبول الأوراق. ويلى التبريد المبدئى مباشرة نقل الكراتين إلى المخازن أو الشاحنات المبردة.

وقد وجد أن تـبريد الخـس مبدئيًـا – بـالتفريغ – إلى ٢°م أدى إلى احتفاظـه بجودتـه بصورة أفضل عندما خزن بعد ذلـك علـى الصفـر المئـوى ورطوبـة نسـبية ٨٥–٩٠٪ لمـدة أسبوعين، وكان التبريد المبدئى إلى ٢°م أفضل من التبريد إلى ٤°م. كذلـك قـل الفقـد فـى الوزن عند تعبئة الخس – بعد تبريده مبدئيًا – فى أغشية من البوليثيلين المثقـب مقارنـة بالفقد عندما ترك الخس دونما تغليف (Turk & Celik ١٩٩٤).

كما وجد أن معاملة الخس بالماء المكلور (الذى يحتوى على ١٠٠، أو ١٥٠، أو ٢٠٠ جزءًا فى المليون من الكلورين النشط) لمدة ٢٠ دقيقة – كطريقة للتبريد المبدئى – أدت إلى خفض أعداد الميكروبات التى تلوث الخس سطحيًا بنسبة ٩٠–٩٩٪. وعندما كانت المعاملة بالماء المذاب فيه الأوزون Ozonated Water (بتركيز ١–١,٥ مجم أوزون/لتر) على ٤°م لمدة ٣٠ دقيقة انخفض التلوث الميكروبى بنسبة ٩٩٪، بينما أدت معاملة الأوزون لمدة ٦٠ دقيقة إلى خفض أعداد البكتيريا من الـ coliforms بنسبة ٩٩,٩٪. وقد ازدادت قدرة الأوزون على الذوبان مع الانخفاض فى حرارة الماء؛ لذا تعد هذه المعاملة مناسبة تمامًا لإجراء عملية التبريد الأولى بالماء البارد. أما المعاملة بالموجات فوق الصوتية أثناء الغسيل بالماء فلم يزدد معها الخفض فى أعداد الميكروبات عن ٩٠٪ (Kim وآخرون ١٩٩٩).

معاملات منظمات النمو لتأخير الشيخوخة

أظهرت الدراسات أن رش الخس بالبنزيل أدنين بتركيز ٥–١٠ أجزاء فى المليون قبل الحصاد يؤخر من شيخوخته – بعد الحصاد – لمدة ٧ أيام إضافية بعد التعبئة، إلاَّ أن تأخير المعاملة لأكثر من ٣–٤ أيام قبل الحصاد جعلها عديمة الفاعلية. هذا ولا تتأثر بالمعاملة سوى الأوراق التى يصلها محلول الرش حيث تبقى خضراء اللون بينما يظهر الاصفرار على الأوراق الخارجية المماثلة فى نباتات الكنترول. وتزداد فاعلية السيتوكينين عند تخزين الخس فى حرارة عالية لفترة طويلة.

كذلك فإن للمعاملة بالبنزيل أدنين بعد الحصاد تأثير مماثل فى تأخير الشيخوخة، وتجرى المعاملة بتركيز ٢,٥–١٠,٠ أجزاء فى المليون بعد الحصاد بيوم واحد. ليس هذا فقط، بل إن منظم النمو يمكن استعماله بعد التخزين وقبل عرض الخس بالأسواق حيث يحفظ الرؤوس من سرعة التدهور والاصفرار (عن Weaver ١٩٧٢).

معاملات منع التلوث البنى للسطح المقطوع من ساق الخس

يكتسب سطح الجزء المقطوع من ساق الخس لونًا بنيًّا بعد الحصاد بسبب التغيرات التى تحدثها الجروح فى أيض الفينولات. ونجد أن أنسجة الساق القريبة من مكان القطع يزداد فيها نشاط إنزيم PAL ويتراكم فيها مشتقات حامض الكافِيك خلال أسبوع

واحد من تخزين الخس على ٢,٥°م، ثم تتأكسد هذه الداى فينولات بفعل الإنزيم catechol oxidase لتكون صبغات بنية اللون.

ومن أهم مشتقات حامض الكافيك التى تتكون إنزيميًا، ما يلى:

3–Caffeoylquinic (neochlorogenic acid)

Caffeoyltartaric acid

4–Caffeoylquinic acid (kryptochlorogenic acid)

5–Caffeoylquinic acid (chlorogenic acid)

p–Coumaroylquinic acid

Feruloylquinic acid

Dicaffeoyltartaric acid

3,4–Dicaffeoylquinic acid

3,5–Dicaffeoylquinic acid (isochlorogenic acid)

4,5- Dicaffeoylquinic acid

ويُستفاد من دراسات Castaner وآخرين (١٩٩٦، و ١٩٩٧) أن معاملة الخس بالخل، أو بـ ٥٠ مل من حامض الأسيتيك/لتر، أو بحامض البروبيونيك يوقف التلون البنى فى السطح المقطوع لساق الخس أثناء التخزين والتداول التجارى

كذلك أمكن الحد من التلون البنى بغسيل أقراص من الساق بأى من المحاليل ٠,٣ مولار كلوريد الكالسيوم، أو ١,٠ مللى مولار ٢،٤- د، أو ٠,٥ مولار حامض الخليك. وأدى كلوريد الكالسيوم إلى خفض نشاط إنزيم الـ PAL إلى ٦٠٪ من الكنترول، ولكنه لم يؤثر كثيرا على تراكم المركبات الفينولية وربما أحدث الكالسيوم تأثيره من خلال خفضه لنشاط إنزيم الكايتكول أكسيديز هذا بينما أدى حامض الخليك إلى وقف نشاط إنزيم PAL كلية، وكذلك وقف إنتاج الفينولات التى تحدثها الجروح، وكان تأثير الحامض على إنزيم الـ PAL دائمًا، الأمر الذى قد يفسر دوره فى تثبيط التلون البنى (-Tomás Barberán وآخرون ١٩٩٧أ).

تغليف الرؤوس

ينبغى توفر عدة شروط فى الأغشية التى تستعمل فى تغليف رؤوس الخس، وهى

التى تعرف باسم film wraps. فالغشاء يجب أن يكون شبه منفذ للسماح بتبادل الغازات (الأكسجين وثانى أكسيد الكربون)، وبمرور بخار الماء إلى الخارج لأجل منع نمو الكائنات المسببة للأعفان. هذا إلاّ أن النفاذية الزائدة يمكن أن تسمح بمرور الرطوبة بمعدلات عالية؛ مما يؤدى إلى ذبول المنتج. ويجب أن يكون الغشاء ناعمًا ليعطى إحساسًا مريحًا للمستهلك، وذلك على خلاف الأنواع الأولى من الأغشية، وهى التى كانت قاسية وسهلة التشقق.

ويفضل إجراء التغليف قبل الشحن، وليس فى مكان الوصول، حيث يحقق ذلك المزايا التالية:

١ – تتم إزالة ٢٠–٣٥٪ من وزن الرأس قبل تغليفها، وفى ذلك خفض لتكاليف الشحن.

٢ – لا تكون الرؤوس شديدة التزاحم فى العبوات؛ وبذا تقل فرصة خدشها وتجريحها.

٣ – يوفر الغشاء مزيدًا من الحماية للرؤوس.

٤ – لا تكون هناك حاجة للتخلص من الأوراق المجروحة والمكسورة، ولا لإجراء التغليف فى مكان الوصول (Ryder ١٩٩٩).

وعندما كان تخزين الخس على ٢°م لمدة أسبوعين ثم على ١٢°م لمدة يومين ونصف اليوم .. حُصل على أفضل النتائج (من حيث الجودة، وعدم الذبول، وقلة الأعفان، وقلة الإصابة بالتبقع الصدئ والعرق الوسطى الوردى) عندما برد الخس مبدئيًّا بالتفريغ، ثم عُبِّأ إما فى أكياس من البروبيلين بسمك ٤٠ ميكرونًا تكفل تهيئة جو معدل مناسب، وإما فى أغشية من البروبلين بسمك ٣٠ ميكرونًا مع بداية التخزين فى هواء يحتوى على ما لا يقل عن ٥٪ أكسجين، وخال من ثانى أكسيد الكربون (Artés & Martinez ١٩٩٦، و Martinez & Artés ١٩٩٩).

الظروف المثلى للتخزين

التخزين المبرد العادى

يخزن الخس فى درجة حرارة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية تبلغ ٩٨–١٠٠٪

ويمكن أن تحتفظ الرؤوس بجودتها تحت هذه الظروف لمدة ٢-٣ أسابيع، بشرط أن تكون بحالة جيدة عند بدء تخزينها. يؤدى ارتفاع درجة حرارة التخزين، أو نقص الرطوبة النسبية عن الحدود المبينة إلى سرعة تدهور الرؤوس، حيث تذبل الأوراق، وتفقد لونها الأخضر الزاهى، وتظهر بها بقع بنية اللون، خاصة على العرق الوسطى.

وتجدر الإشارة إلى أن مدة احتفاظ الخس بجودته أثناء التخزين تتضاعف بخفض درجة الحرارة من ٣°م إلى الصفر المئوى؛ ويرجع ذلك إلى أن سرعة التنفس تزيد بشدة فى الخس مع ارتفاع درجة الحرارة عن الصفر المئوى. وتختلف الأصناف فى هذا الشأن، فنجد أن معدل التنفس فى الخس الورقى يبلغ ضعف معدل التنفس فى خس الرؤوس ويجب عدم تعريض الخس لدرجة التجمد فى أى وقت أثناء التخزين، علمًا بأن الخس يمكن أن يتجمد على -٠,٥°م (Lutz & Hardenburg ١٩٨٦).

تبدأ الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى فى الأجزاء المجروحة من الأوراق، ولكن معدل الإصابة ينخفض كثيرًا فى درجة الصفر المئوى.

هذا ويجب عدم تخزين الخس مع الثمار المنتجة للإثيلين، مثل التفاح، والكمثرى، والكنتالوب، لأن الإثيلين يؤدى إلى زيادة إصابة الخس بالتبقع الصدئ.

التخزين المبرد فى الجو المتحكم فى مكوناته

يفيد تخزين الخس فى هواء متحكم فى مكوناته يحتوى على ٣٪ أكسجين، و ١,٥٪ ثانى أكسيد الكربون فى المحافظة على جودته، ومنع إصابته بالتبقع الصدئ والعرق الوردى. ويؤدى انخفاض تركيز الأكسجين عن ١٪ أو زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون عن ٢,٥٪ إلى الإضرار بالخس. تؤدى التركيزات العالية من ثانى أكسيد الكربون إلى تكون الصبغة البنية بعد نقل الخس – عند تسويقه – إلى ١٠°م فى الهواء. وتزداد شدة تكون الصبغة البنية عند انخفاض نسبة الأكسجين إلى ٢-٣٪. وتؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ٢٪ إلى تقليل الفاقد بالأعفان عند شحن الخس أو تخزينه لأكثر من شهر. ونظرًا لأن هذه الميزة تفوق احتمالات حدوث الأضرار؛ لذا يوصى – عند الرغبة فى تخزين الخس لفترات طويلة – زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ٢٪.

ويوصى Saltveit (١٩٩٧) بتخزين وشحن الخس على حرارة صفر–٥°م فى هواء يحتوى على ١–٣٪ أكسجين، وصفر٪ ثانى أكسيد كربون. أما الخس المقطع فيفضل لتخزينه في هواء يحتوى على ١–٥٪ أكسجين، و ٥–٢٠٪ ثانى أكسيد كربون. وبينما تطبق تلك التوصيات تجاريًا بدرجة متوسطة فقط (في الولايات المتحدة) على خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة والخس الورقى، فإنها تطبق على نطاق واسع بالنسبة للخس المجهز للاستهلاك بالتقطيع.

وقد وجد أن وقت حصاد الخس من اليوم يؤثر فى حساسية الخس للتركيزات العالية من ثانى أكسيد الكربون بعد الحصاد، وتبين أن ذلك الأمر يرتبط بمحتوى الأوراق من المواد الكربوهيدراتية الذى يتباين على مدار الساعة. ففى دراسة أجريت على صنف الخس Salinas (وهو من طراز خس الرؤوس ذى الأوراق المتقصفة) ازداد محتوى الأوراق الخارجية من النشا عندما أجرى الحصاد قبل الظهر عما كان عليه الحال عندما أجرى الحصاد بعد الظهر، ولكنه لم يتغير فى الأوراق الأخرى. كان تركيز السكروز أقل من ٥ مجم/جم وزن جاف قبل الظهيرة، ولكن الأوراق الخارجية، والورقة رقم ٢٠، ونسيج الساق كان تركيز السكروز فيها بعد الظهر ٤٣، و ٢٤، و ٦١ مجم/جم وزن جاف، على التوالى. وفى المنتج الذى تم حصاده قبل الظهر ازداد محتوى الجلوكوز بمقدار ٧٠–٢٦٠٪، والفراكتوز بمقدار ٢٠–١٢٠٪ عما فى المنتَج الذى تم حصاده بعد الظهر. وكان تركيز الجلوكوز والفراكتوز أعلى ما يمكن فى الورقة رقم ١٠ (١١٠، و ١٢٠ مجم/جم وزن جاف، على التوالى)، وانخفض بنسبة ٢٠–٥٠٪ فى الأوراق الداخلية والخارجية. وأدى تعريض الخس لتركيز ٧,٥٪ أو ١٠٪ من ثانى أكسيد الكربون لمدة ١٢ يومًا على ٢,٥°م ثم تعريضه للهواء لمدة ٣ أيام على ١٠°م إلى زيادة شدة الأضرار فى المنتج الذى تم حصاده فى الصباح عما فى المنتج الذى كان حصاده بعد الظهر، وكانت الأضرار محصورة فى الأوراق بين رقم ٧ ورقم ١٧، إلا أن أشد الأضرار كانت فى الأوراق من رقم ١٠ إلى رقم ١٥ (Forney & Austin ١٩٨٨).

وقد كان الفقد فى الوزن ومعدل التنفس أقل ما يمكن عندما كان التخزين فى هواء يحتوى على ٣٪ أكسجين، و ٣٪ ثانى أكسيد كربون، واعتبرت تلك النسب – وكذلك النسب: ٥٪ أكسجين، و ٥٪ ثانى أكسيد كربون – هى أفضل الظروف لتخزين الخس (Eris وآخرون ١٩٩٤).

وأدى التخزين فى ١,٥٪ أكسجين – مقارنة بالتخزين فى الهواء العادى – إلى خفض الإصابة بالتبقع الصدئ – الذى يحدثه الإثيلين – بشدة، وكان ذلك مصاحبًا بخفض فى نشاط إنزيمى الـ PAL والـ IAA oxidase، وفى محتوى الفينولات الذائبة. كذلك أدى المستوى المنخفض للأكسجين إلى تثبيط إنتاج الإثيلين، ومعدل التنفس، ونشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز (Ke & Saltveit ١٩٨٩).

إلاّ أن تخزين الخس لمدة ثلاثة أسابيع على ١°م فى هواء متحكم فى مكوناته (٣٪ ثانى أكسيد كربون + ٥٪ أكسجين، أو ١٠٪ ثانى أكسيد كربون + ١٠٪ أكسجين)، ثم لمدة ٢٤ ساعة على ٥°م فى الهواء العادى أدى إلى إحداث زيادة كبيرة فى الفينولات الكلية وفى نشاط كل من البولى فينول أكسيديز (الكايتكول أكسيدين) والبيروكسيديز، وانخفاض محتوى حامض الأسكوربيك بمقدار ٩٠٪ من محتواه الابتدائى (Leja وآخرون ١٩٩٦).

العيوب الفسيولوجية المصاحبة لظروف التخزين غير المناسبة

نتناول بالشرح تحت هذا العنوان العيوب الفسيولوجية التى تظهر برؤوس الخس أثناء التخزين – وهى التى تسببها ظروف تخزينية غير مناسبة – وكيف يمكن الحد من أضرارها.

التبقع الصدئ

يعتبر التبقع الصدئ Russet Spotting من العيوب الفسيولوجية الهامة التالية للحصاد، والتى تظهر فى خس الرؤوس من مجموعة الأوراق النضرة السهلة التقصف Crisphead، وهو أحد أعراض الشيخوخة الهامة. تظهر الإصابة فى شكل بقع صغيرة، بقطر ١–٤ مم بيضاوية، أو غير منتظمة الشكل ذات لون رمادى مائل إلى الأحمر، أو زيتونية اللون على السطح السفلى للعرق الوسطى، وخاصة على امتداد جانبى العرق الوسطى (شكل ٤–٢، يوجد فى آخر الكتاب).

وقد أظهرت الدراسات التشريحية ازدياد فى سمك الجدر الخلوية وتغير لون الخلايا فى أماكن الإصابة (عن Ke & Saltveit ١٩٨٩ب).

تزيد حدة الإصابة فى الرؤوس الزائدة النضج، والصلبة، وعند التعرض لغاز الإثيلين بتركيز ٠,١ جزء فى المليون سواء أكان مصدر الغاز من المحاصيل الأخرى المخزنة مع الخس، أم من الخس ذاته. كما يزداد ظهور الأعراض إذا بلغت درجة الحرارة نهارًا ٣٠°م أو أكثر لمدة يومين متتاليين خلال الفترة التى تسبق الحصاد بنحو ٩-١٤ يومًا. وتختلف أصناف الخس كثيرًا فى مدى قابليتها للإصابة بهذه الظاهرة.

وقد درس Ke & Saltveit (١٩٨٩أ) الإصابة بالتبقع الصدئ فى العرق الوسطى لستة أصناف من الخس خزنت على ٥°م مع التعرض للإثيلين بتركيز ١٠ ميكروليتر/لتر، ووجد أن حالة التبقع الصدئ بدأ ظهورها فى الأوراق التى كانت بعمر ٥٠ يومًا وازدادت مع زيادة عمر الأوراق حتى ١٠٠ يوم. وقد كانت أكثر الأصناف قابلية للإصابة Winter Haven، و Salinas وأكثرها مقاومة Calmar، كما وجد ارتباط بين شدة الإصابة (فى مختلف الأصناف وأعمار الأوراق) ونشاط إنزيم الـ Phenylalanine ammonia-lyase (اختصارًا PAL).

وتزداد الإصابة بالظاهرة كلما ازدادت فترة التخزين، وعند التخزين فى درجة حرارة ٥°م، ولدى حدوث أى ضرر ميكانيكى للرؤوس، أو إصابتها بالأمراض؛ حيث يزيد ذلك كثيرًا من معدل إنتاجها لغاز الإثيلين. كما تتأثر الإصابة بتركيز كل من غازى: الأكسجين، وثانى أكسيد الكربون فى هواء المخزن.

ومن الدراسات التى أجريت على علاقة الإثيلين، والأكسجين، وثانى أكسيد الكربون بالظاهرة، ما يلى:

ظهرت حالة التبقع الصدئ russet spotting عند تواجد الإثيلين فى هواء المخزن، ولو بتركيزات منخفضة وصلت إلى ٠,١ ميكروليتر/لتر، ووصلت الحالة إلى أقصى مداها فى تركيز ١٠ ميكروليتر/لتر على ٣°م. هذا بينما أدى خفض تركيز الأكسجين فى هواء المخزن إلى ٨٪، أو زيادة تركيز الأكسجين إلى ٥٪ – أو إلى أعلى من ذلك – إلى منع ظهور هذه الحالة الفسيولوجية. وعمليًا .. لا يجب استعمال التركيزات المرتفعة من ثانى أكسيد الكربون لأنها تحفز ظهور الصبغة البنية (عن Lougheed ١٩٨٧).

وأدت معاملة الخس بالإثيلين بتركيز ١٢٦ ميكرومول/م^3 على ٦°م إلى ظهور أعراض

التبقع الصدئ على ٥-١٠٪ من نسيج العرق الوسطى بحلول اليوم الثالث من بدء المعاملة بالإثيلين، وعلى ٣٠-٣٥٪ بحلول اليوم التاسع، بينما أدت المعاملة السابقة لمعاملة الإثيلين بالمركب 1-methylcyclopropene وهو مثبط لفعل الإثيلين – لمدة ٤ ساعات على ٦°م إلى منع ظهور أعراض التبقع الصدئ (Fan & Mattheis ٢٠٠٠).

ومن الدراسات التي أجريت حول التغيرات الفسيولوجية المصاحبة للظاهرة، ما يلي:

وُجد أن الإثيلين يؤدى إلى زيادة نشاط إنزيم PAL في الصنف الحساس ساليناس، بينما لم تكن للمعاملة بالغاز أى تأثير على الصنف كالمار المقاوم للظاهرة.

كما وجد Ke & Saltveit (١٩٨٦) أن معاملة الخس الحساس أيسبرج بالكالسيوم بتركيز ٠,٣-٠,٥ مول، أو بالأوكسين ٢، ٤- د 2,4-D بتركيز ٠,١-١,٠ مللى مول تمنع ظهور الظاهرة، وتقلل جوهريًا من نشاط إنزيم PAL في الأوراق.

وأدى تخزين خس الآيس برج في ١,٥٪ أكسجين – مقارنة بالهواء العادى – إلى إحداث تثبيط شديد في الإصابة بالتبقع الصدئ (الذى يسببه التعرض للإثيلين)، وكذلك إلى تثبيط نشاط PAL، والبيروكسيديز، والـ IAA oxidase، وإلى خفض محتوى الفينولات الذائبة. كذلك فإن المستوى المنخفض من الأكسجين ثبط كلا من إنتاج الإثيلين والتنفس (Ke & Saltveit ١٩٨٩ب).

كذلك أدى تعريض أوراق الخس للإثيلين على ١٥ أو ٢٠°م إلى سرعة وصول نشاط إنزيم PAL إلى أقصى معدل له ولكن على مستوى من النشاط أقل مما كان عليه الحال على ٥°م. وقد توافقت الزيادة في نشاط PAL مع تراكم في الفينولات الذائبة الكلية والإصابة بالتبقع الصدئ (Ritenour وآخرون ١٩٩٥).

وارتبطت المستويات النهائية لكل من نشاط الـ PAL وشدة الإصابة بالتبقع الصدئ المحدثتان بفعل الإثيلين .. ارتبطتا بشدة في مختلف الأصناف، وظروف التخزين، ومواعيد الحصاد. وفي المقابل كان الارتباط ضعيفًا بين محتوى إندول حامض الخليك الحر في العرق الوسطى للأوراق وشدة الإصابة النهائية بالتبقع الصدئ في مختلف

الأصناف، وظروف الزراعة، ومواعيد الحصاد، كذلك لم يرتبط تطور تكوين البراعم الجانبية جوهريًّا مع أى من أعراض التبقع الصدئ أو محتوى العرق الوسطى من إندول حامض الخليك الحر (Ritenour وآخرون ١٩٩٦).

ولقد اقترح أن الإثيلين يحفز نشاط إنزيم PAL الذى يؤدى إلى تراكم المركبات الفينولية فى الخلايا، وهى التى تؤدى إلى تلونها ثم موتها. وعلى الرغم من إمكان زيادة أيض المركبات الفينولية بالشدّ الفيزيائى، فإن الأعراض المميزة للتبقع الصدئ لا تظهر إلا بعد تعرض الأنسجة للإثيلين فى الحرارة المناسبة؛ مما يعنى أن للإثيلين تأثيرات أخرى إلى جانب تحفيز أيض الفينولات (عن Peiser ١٩٩٨).

وقد تبين أن أولى مراحل ظهور أعراض التبقع الصدئ تكون مستقلة عن الزيادة التى تحدث فى نشاط الـ PAL وفى تمثيل المركبات الفينولية على خلاف ما اقترح سابقًا. هذا إلاّ أن تراكم المركبات الفينولية يسهم فى التلون البنى الذى يظهر بعد ذلك والذى يميز أعراض التبقع الصدئ (Peiser وآخرون ١٩٩٨).

ويرتبط تحفيز الإثيلين لنشاط إنزيم البيروكسيديز peroxidase بزيادة فى كل من تكوين اللجنين وسمك الجدر الخلوية، وهى التى تعد أحد مظاهر الإصابة بالتبقع الصدئ. هذا .. وتتأكسد النواتج الأيضية الأخرى مثل الفلافونات وحامض الكلورجنك – بمساعدة إنزيم البولى فينول أوكسيديز polyphenoloxidase – لتكون الصبغات البنية (عن Fan & Mattheis ٢٠٠٠).

ولقد أظهرت دراسة على صنفين حسّاسين (هما: Salinas، و Red Coach) وآخرين مقاومين (هما: El Toro، و Calmar) للتبقع الصدئ عدم وجود ارتباط قوى بين محتوى العرق الوسطى للأوراق من إندول حامض الخليك الحر وشدة الإصابة النهائية بالتبقع الصدئ بعد ثمانية أيام من التخزين على ٥°م (Ritenour وآخرون ١٩٩٦).

وتقل الإصابة بالتبقع الصدئ فى الظروف التالية:

١ – عند تجنب تراكم الإثيلين فى هواء المخزن.

٢ – عند التخزين على الصفر المئوى.

٣ - عند انخفاض نسبة الأكسجين فى هواء المخزن إلى ١-٨٪.

٤ – عند زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى هواء المخزن، إلاَ أن ذلك يتسبب فى الإصابة بالصبغة البنية.

٥ – عند عدم اكتمال تكوين الرؤوس وضعف صلابتها.

٦ – عند عدم سبق تعرض الرؤوس لأى شدٌ بيئى.

٧ – فى الأصناف غير الحساسة، مثل كالمار (عن Ryder ١٩٧٩، و Lipton ١٩٨٧، و Ritenour وآخرين ١٩٩٥).

هذا .. ويتعين دائمًا تجنب كل مصادر الإثيلين فى مخازن الخس، وهى: الثمار المنتجة للإثيلين (مثل الطماطم والكنتالوب)، والآليات التى تستخدم الوقود الحفرى كمصدر للطاقة (حيث تستبدل بتلك التى تعمل بالبطاريات الكهربائية).

الصبغة البنية

تظهر الحالة الفسيولوجية المعروفة باسم الصبغة البنية Brown Stain على صورة بقع بنية صغيرة، ذات حافة قاتمة، ومركز غائر قليلاً على سطح الورقة، أو بالعرق الوسطى فقط بالقرب من قاعدة النصل، كما تتلون حواف أوراق القلب غالبًا باللون الأحمر

وتحدث الإصابة لدى تخزين الخس فى جو متحكم فى مكوناته يزيد فيه تركيز ثانى أكسيد الكربون عن ٢٪، وتزداد الحالة سوءًا بنقص تركيز الأكسجين إلى ٣٪.

وقد ازدادت شدة الإصابة بالتخزين على الصفر المئوى مقارنة بالتخزين على ٢,٥°م.

وتباينت أصناف الخس فى شدة حساسيتها للإصابة بالصبغة البنية، ومن بين ١١ صنفًا تم اختبارها كانت الأصناف Greenland، و Climax، و Francisco أقلها إصابة وإن لم تكن مقاومة (Brecht وآخرون ١٩٧٣).

وأدى خفض مستوى الإثيلين عند تخزين الخس (على صفر أو ٢٠°م) من ميكروليتر واحد/لتر إلى ٠,٠٠٥ ميكروليتر/لتر إلى زيادة فترة صلاحيته للتخزين وتأخير التلون البنى بالأوراق. وقد وجد أن مستوى الإثيلين العادى حول الخس المعد للتسويق التجارى يتراوح – عادة – بين ٠,١١، و ٠,٨٥ ميكروليتر/لتر. وقد ازدادت فترة تخزين الخس

جوهريًا على كل من الصفر، و ٢٠°م بتعبئته في أكيــاس مـن البوليثيلـين لخفـض الفقـد الرطوبى، مع تزويد العبوات ببرمنجنات البوتاسيوم لأجل خفض مستوى الإثيلين (Kim & Wills ١٩٩٥).

العرق الوردى

يعتبر العرق الوردى Pink Rib حالة فسيولوجية تظهر على صورة تلـون وردى فـى قاعدة العرق الوسطى للورقة. وتكون الإصابـة فـى الأوراق الخارجيـة فقـط فـى الحـالات البسيطة، وتزداد – في الحالات الشديدة – لتشمل كـل أوراق النبـات فيمـا عـدا الأوراق الداخلية الصغـيرة. وقـد يمتـد التلـون الـوردى مـن العـرق الوسـطى إلى العـروق الفرعيـة الرئيسية (شكل ٤-٣، يوجد فى آخر الكتاب).

قد يظهر المرض في الحقل قبل الحصاد، ولكـن الأغلـب هـو ظـهوره بعـد الحصـاد، خاصة في الرؤوس الزائدة النضج. وتزداد شدة الإصابة عند ارتفاع درجة حرارة التخزين عن الصفر المئوى، أو نقص نســبة الأكسـجين فـى المخـازن. وقـد أمكـن عـزل البكتيريـا *Pseudomonas marginalis* من البقع المصابة، وأدت عدوى النباتــات السـليمة بـها إلى ظهور بقع وردية اللون بعد ٧ أيام في الحرارة المنخفضة، وبقع بنية اللـون فـى الحـرارة المتوسطة، والمرتفعة.

تداول الخس المجهز للاستهلاك

إن أهم مشاكل الخس المجـهز للاسـتهلاك بـالتقطيع، هـى: سـرعة تعـرض الأوراق للذبـول، وتغـير لـون الأسـطح المقطوعـة، وسـرعة فقـد المنتَـج لفيتـامين C، والتلـوث بالميكروبات الضارة بصحة الإنسان.

التلوث الميكروبى

كانت أكثر الأنواع البكتيرية المرضة تواجدًا في الخس المقطع للاستهلاك والمعبأ فـى أكـياس بلاسـتيكية مغلقة والمخزن على ٢ أو ١٠°م، ما يلى (Freire & Robbs ٢٠٠٠):

P. fluorescens	*Pseudomonas aeruginosa*
Enterobacter cloacae	*Klebsiella oxytoca*

Bacillus cepacia *Escherichia coli*

Serratia marcescens

تعيش تلك الأنواع البكتيرية على الإفرازات النباتية وتتكاثر أثناء تخزين المنتج، ويزداد معدل تكاثرها فى الحرارة العالية وفى الجو المعتدل، ولكنها تستمر فى التكاثر – كذلك – فى الحرارة المنخفضة.

عمليات التداول والتخزين

يتم تداول الخس – الذى يسوق مقطّعًا وجاهزًا للاستهلاك – بطريقة مختلفة عن الخس العادى، فبعد حصاده يدويًا تزال الساق حتى مركز الرأس، ثم يوضع فى حاويات كبيرة تنقله إلى محطة التصنيع الجزئى، وفيها يقطع الخس ويغسل فى ماء بارد، ثم يُعَّرض للطرد المركزى للتخلص من الماء الزائد، وغالبًا ما يخلط معًا عدة طرز من الخس والخضر الورقية الأخرى، والجزر المجزأ إلى قطع طولية صغيرة، والكرنب الأحمر. وقد يعامل هذا المزيج بالكلورين، أو بمركبات مضادة للأكسدة، أو بمركبات حافظة، وذلك إما أثناء الغسيل، وإما قبل التعبئة. ويلى ذلك تعبئة المزيج فى أكياس بلاستيكية شفافة خاصة تحافظ على جو معدل بداخل العبوه يحتوى على تركيز منخفض من الأكسجين (٢–٥٪) وتركيز عال من ثانى أكسيد الكربون (١٠٪). وعلى خلاف الرؤوس الكاملة للخس، فإن الخس المُجهز بالتقطيع لا يُضار من تركيزات ثانى أكسيد الكربون العالية، والتى تصل إلى ١٠٪. تجرى جميع عمليات التداول فى أقل درجة حرارة ممكنة يمكن للعاملين تحملها، ويتم الشحن والتخزين والتسويق على صفر–١ °م.

وقد ازداد التلون البنى بشدة فى الخس المجهز للاستهلاك – بالتقطيع – والمخزن فى الهواء العادى، بينما أدى رفع تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى تقليل هذا العيب، وإلى التخلص منه نهائيًا عند تركيز ٥ أو ١٠٪ من الغاز (Mateos وآخرون ١٩٩٣).

وقد أدت تعبئة الخس الرومين المعد للاستهلاك – بالتقطيع – فى أكياس مصنوعة من أغشية خاصة من البولى بروبلين مع البوليثيلين وذات نفاذية خاصة للأكسجين .. أدت تعبئته فيها إلى إحداث توازن فى مستوى الأكسجين داخل الأكياس عند مستوى

٧-١١٪، ولعب هذا الجو المعدل دورًا كبيرًا فى تأخير تلون الأنسجة وإلى زيادة فترة الصلاحية للتخزين بنحو ٥٠٪، وذلك مقارنة بالوضع عند التخزين فى الهواء العادى (Segall & Scanlon ١٩٩٦).

التغيرات الفسيولوجية

يزداد نشاط الإنزيم PAL (phenylalanine-ammonia-lyase) وتركيز المركبات الفينولية (مثل الـ chlorogenic acid، والـ dicaffeoyl tartaric acid، والـ isochlorogenic acid) فى العرق الوسطى للخس الآيس برج بعد تجريحه.

وقد دُرس تأثير المعاملة بالصدمة الحرارية على التلون البنى وأيض الفينولات فى العرق الوسطى للخس المقطع إلى أجزاء صغيرة، ووجد أنه برفع حرارة الصدمة الحرارية من ٢٠ إلى ٧٠°م انخفضت الزيادات التالية فى كل من نشاط الـ PAL وتراكم الفينولات، وكانت أكثر المعاملات فاعلية هى التعريض لحرارة ٤٥°م لمدة ١٢٠ ثانية، أو ٥٠°م لمدة ٦٠ ثانية، أو ٥٥°م لمدة ٣٠ ثانية، حيث أحدثت جميعها خفضًا جوهريًا فى كل من الزيادة فى نشاط الـ PAL والتلون البنى الذى شوهد فى أعناق أوراق معاملة الكنترول بعد تجريحها. هذا بينما أدى التعريض لحرارة ٤٥°م لمدة ٤٨٠ ثانية، أو ٥٠°م لمدة ٦٠ ثانية، أو ٥٥°م لمدة ٤٥ ثانية إلى منع زيادة نشاط الـ PAL عن مستواه الابتدائى. وقد بقيت المركبات الفينولية لمدة ثلاثة أيام عند مستواها الابتدائى فى أعناق الأوراق المقطعة التى عوملت بحرارة ٥٠°م لمدة ٩٠ ثانية أو ٥٥°م لمدة ٦٠ ثانية. هذا إلاّ أن حرارة ٥٥°م أضرت بالأنسجة. وقد خففت هذه المعاملات بشدة من تمثيل الأحماض الفينولية ونشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز، وبدرجة أقل إنزيم البيروكسيديز (Loaiza-Velarde وآخرون ١٩٩٧).

وتؤدى الأضرار الميكانيكية التى تحدث بالخس الآيس برج أثناء حصاده وتداوله وأثناء تجهيز الخس المقطع الطازج fresh-cut إلى زيادة إنتاج الإنزيم PAL، وتركيز عديد من المركبات الفينولية الذائبة، وهى التى يمكن أن تتأكسد إلى مركبات بنية اللون بفعل الإنزيم polyphenol oxidase (أو catechol oxidase)، كذلك يزيد التجريح من نشاط الإنزيم peroxidase وتكوين اللجنين (عن Tomás-Barberán وآخرون ١٩٩٧ب).

ووجد بعد ثلاثة أيام من تخزين الخس من طرز: الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة، والرؤوس ذات الملمس الدهنى، والرومين على ٥ أو ١٠°م حدوث زيادة كبيرة فى محتوى الأنسجة المجروحة من العرق الوسطى من كل من: الـ chlorogenic acid، والـ isochlorogenic acid، والـ caffeoyltartaric acid، والـ dicaffeoyltartaric acid، ولكن حامض الكلوروجنِك كان هو الوحيد الذى تراكم فى الطرز الثلاثة (Tomás-Barberán وآخرون ١٩٩٧ب).

وازداد الفقد فى حامض الأسكوربيك – جوهريًّا – عند تقطيع الخس – لأجل الإعداد للاستهلاك – يدويًّا، مقارنة بالتقطيع بالسكين يدويًّا، بينما ازداد الفقد فى الطريقة الأخيرة جوهريًّا عمَّا كان عليه الحال عند إجراء التقطيع آليًّا. وأدى التخزين على ٣°م إلى انخفاض الفقد فى حامض الأسكوربيك مقارنة بالفقد عندما كان التخزين على ٨°م (Barry-Ryan & O'Beirne ١٩٩٩).

التصدير

يكون الخس المصرى من طراز الايس برج مطلوبًا فى الأسواق الأوربية خلال الفترة من ديسمبر إلى مايو

تُحدد السوق الأوروبية ما تتطلبه من شروط فى الخس المسوق فيها – بعد إعداده وتعبئته – فيما يلى:

١ – أن تكون الرؤوس كاملة، وغير مصابة بأية أعفان، وطازجة، والأوراق غير مرتخية

٢ – أن تكون الرؤوس نظيفة، وخالية تمامًا من الأوراق الملوثة بالتربة أو بيئة الزراعة، أو أى مادة غريبة أخرى.

٣ – أن تكون الرؤوس خالية من جميع الأضرار التى تسببها الآفات.

٤ – ألا تكون الرؤوس قد بدأت فى الاتجاه نحو التزهير.

٥ – أن تكون الرؤوس خالية من الرطوبة الحرة غير العادية ومن جميع الروائح الغريبة والطعم غير الطبيعى.

٦ – ويجب أن يكون قطع الساق قريبًا من قاعدة الأوراق الخارجية.

ولكن يسمح بوجود تلون أحمر خفيف (الأمر الذى يحدث عند تعرض الخس للحرارة المنخفضة قبل حصاده) إلا إذا أثر ذلك بصورة جوهرية على مظهر الخس.

وبصورة عامة .. يجب أن يكون المنتج بحالة جيدة تسمح له بتحمل النقل والتداول والوصول إلى الأسواق بحالية مرضية.

يصنف الخس إلى ثلاث درجات، كما يلى:

١ – الدرجة الأولى Class I:

يجب أن تكون رؤوس هذه الدرجة ذو نوعية جيدة، وتظهر بها الصفات المميزة للصنف أو الطراز، وخاصة اللون، كما يجب أن تكون الرؤوس جيدة التكوين، وصلبة (ويستثنى من شرط الصلابة الخس المنتج فى الزراعات المحمية)، وخالية من الأضرار الفيزيائية، والتدهور، وأضرار الصقيع.

وفى الطرز التى تكون رؤوسًا يجب أن تحتوى الرأس على قلب واحد جيد التكوين (ويستثنى من ذلك الشرط الخس المنتج فى الزراعات المحمية).

٢ – الدرجة الثانية Class II:

تضم هذه الدرجة الرؤوس التى لا تتوفر فيها شروط الدرجة الأولى، ولكنها تكون جيدة التكوين بشكل كافٍ وخالية من الأضرار التى يمكن أن تحط من نوعيتها. ويمكن لرؤوس الدرجة الثانية أن يظهر عليها تغيرات لونية بسيطة، وأضرار بسيطة من فعل الآفات. ويمكن أن يوجد بالطرز التى تكون رؤوسًا قلبًا صغيرًا، ولكن – حتى هذا القلب الصغير – لا يشترط تواجده فى الخس المنتج فى الزراعات المحمية.

٣ – الدرجة الثالثة Class III:

يجب أن تتوفر فى منتج هذه الدرجة الشروط ذاتها التى أسلفنا بيانها بالنسبة لمنتج الدرجة الثانية، ولكن يسمح بتلوث الأوراق قليلاً بالتربة أو بيئة الزراعة شريطة ألاّ يؤثر ذلك كثيرًا على مظهر الرؤوس.

يحدد الحد الأدنى لوزن الرؤوس فى الرتبتين الأولى والثانية، كما يلى:

١ – فى خس الآيس برج (خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة): ٣٠٠ جم بالنسبة

للمحصول المنتج فى الزراعات الحقلية، و ٢٠٠ جم بالنسبة لمحصول الزراعات المحمية.

٢ – فى طرز الخس الأخرى: ١٥٠ جم بالنسبة للمحصول المنتج فى الزراعات الحقلية، و ١٠٠ جم بالنسبة لمحصول الزراعات المحمية.

أما بالنسبة لرؤوس الدرجة الثالثة فإن الحد الأدنى لوزنها – أيًا كانت طريقة إنتاجها – هو ٨٠ جم.

فى كل الرتب .. يجب ألاّ يزيد الفرق بين أكبر الرؤوس وأصغرها فى العبوة الواحدة عن الحدود التالية:

وزن الرؤوس فى العبوة (جم)	الفرق المسموح به (جم)
< ١٥٠	٤٠
١٥٠–٣٠٠	١٠٠
٣٠٠–٤٥٠	١٥٠
> ٤٥٠	٣٠٠

يسمح فى كل عبوة من عبوات الدرجة الأولى بنسبة ١٠٪ من الرؤوس التى لا تتوفر فيها شروط الدرجة فيما يتعلق بالجودة والحجم، شريطة أن تحقق تلك الرؤوس شروط الدرجة الثانية، كما يسمح فى كل عبوة من عبوات الدرجة الثانية بنسبة ١٠٪ من الرؤوس التى لا تتوفر فيها شروط تلك الدرجة فيما يتعلق بالجودة والحجم والشروط العامة للدرجة، شريطة أن تكون خلوًا من الأعفان والتدهور الذى يجعلها غير صالحة للاستهلاك، ويسمح كذلك فى كل عبوة من عبوات الدرجة الثالثة بنسبة ١٥٪ من الرؤوس التى لا تحقق الحد الأدنى لمواصفات تلك الدرجة، شريطة أن تكون خلوا من الأعفان والتدهور الذى يجعلها غير صالحة للاستهلاك.

وفى كل الدرجات يسمح بنسبة ١٠٪ بالعدد من الرؤوس التى لا تتوفر فيها شروط الحجم، ولكنها تزن مالا يزيد عن ١٠٪ بالزيادة أو بالنقص عن الحجم المطلوب.

يجب أن يكون محتوى كل عبوة متجانسًا، وأن تكون كل الرؤوس من أصل واحد وصنف واحد وأن تكون متماثلة فى الجودة والحجم.

كما يجب أن تكون الطبقة المرئية فى كل عبوة ممثلة للعبوة كلها.

يجب وضع الرؤوس فى العبوة فى صفوف، فيما لا يزيد عن ثلاث طبقات. وإذا كانت الرؤوس فى طبقتين فإنهما يجب أن تكونا متقابلتين، وفى حالة وجود طبقة ثالثة فإن إثنتان منها يجب أن تكونا متقابلتين.

وتجب تعبئة الخس بطريقة لا تسمح بشدة انضغاطه أو بوجود فراغات بين الرؤوس.

كما يجب أن تكون العبوة نظيفة تمامًا وخاصة من الداخل، ويسمح بوضع ملصقات على الرؤوس، شريطة ألاّ تحتوى على أحبار أو صموغ سامة.

ويجب أن توضع على كل عبوة البيانات التالية:

١ – اسم المصدر وعنوانه.
٢ – اسم المنتج (الخس) وطرازه.
٣ – فى حالة الإنتاج فى زراعات محمية يوضح ذلك.
٤ – اسم الصنف (اختيارى).
٥ – اسم الدولة المصدرة.
٦ – الدرجة (الرتبة)، والحجم بالحد الأدنى للوزن أو بالعدد.
٧ – الوزن الصافى (اختيارى).

الفصل الخامس

أمراض وآفات الخس ومكافحتها

ذكر Ziedan (١٩٨٠) أن الخس يصاب في مصر بخمسة فطريات، هي: *Bremia lactucae* المسبب للبياض الزغبي، و *Fusarium* spp.، و *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia soloni* المسببة لمرض أعفان الجذور وسقوط البادرات، و *Sclerotium rolfsii* المسبب لمرض عفن اسكليروشيم. ومن المشاهد أن الخس يصاب في مصر بمسببات مرضية أخرى كثيرة من الفطريات، والبكتيريا، والفيروسات، والنيماتودا.

وقد كتب عن أمراض الخس Ramsey وآخرين (١٩٥٩ - أمراض المخازن)، و Chupp & Sherif (١٩٦٠)، و Dixon (١٩٨١)، و Fletcher (١٩٨٤ - أمراض الزراعات المحمية)، و Univ. Calif. (١٩٨٧).

سقوط البادرات

يسبب فطر: *Rhizoctonia solani*، و*Pythium* spp. مرض سقوط البادرات damping off في الخس. تنتشر الإصابة في المشاتل الحقلية على شكل بقع دائرية. وللتفاصيل المتعلقة بهذا المرض ومكافحته .. تراجع التفاصيل المتعلقة به تحت المرض المماثل في الطماطم (حسن ١٩٩٨).

البياض الزغبي

المسبب

يسبب الفطر *Bremia lactucae* مرض البياض الزغبي downy mildew في الخس. يوجد عديد من السلالات الفسيولوجية للفطر، وقد أمكن التعرف على ثلاثين سلالة منها على الأقل.

الأعراض

تظهر أعراض الإصابة على صورة بقع زاويّة (ذوات زوايا)، صفراء اللون على السطح

العلوى للأوراق، تحدها عروق الورقة. تكبر هذه البقع - تدريجيًا - إلى أن يبلغ قطرها حوالى ٢,٥ سم، ويقابل البقع - على السطح السفلى للورقة - نمو زغبى يتكون من جراثيم الفطر الكونيدية، وحواملها. ومع كبر البقع المصابة .. فإنها تتصل ببعضها البعض، وتغطى مساحة كبيرة من سطح الورقة، ويتحول لونها إلى اللون البنى، ثم تصفر الأوراق، وتذبل، وتموت. تبدأ الإصابة فى الأوراق الخارجية، ثم تنتقل على الأوراق التى تليها. وتصاب أوراق الرأس ذاتها فى الحالات الشديدة. ويقف النمو النباتى فى الإصابات المبكرة (Ryder & Whitaker ١٩٨٠).

الظروف المناسبة للإصابة

يتكاثر الفطر جنسيًا بالجراثيم البيضية التى تبقى ساكنة فى بقايا النباتات فى التربة. لكن الانتشار السريع للفطر يكون بواسطة الجراثيم الاسبورنجية التى تحملها التيارات الهوائية، وتنتقل مع رذاذ المطر، أو ماء الرى بالرش (Walker ١٩٦٩).

يبدأ الفطر فى إطلاق جراثيمه الكونيدية مع بداية الضوء فى الصباح، ويصل انطلاق الجراثيم إلى أقصى معدل له فى خلال ساعة إلى ساعتين من التعرض للضوء، ثم يقل المعدل بعد ذلك إلى أن يصبح قليلاً جدًا، بينما يكون إطلاق الفطر للجراثيم ليلاً شبه معدوم. كذلك يزداد معدل إطلاق الجراثيم بانخفاض الرطوبة النسبية (Su وآخرون ٢٠٠٠).

هذا .. ويتجرثم الفطر *B. lactucae* ليلاً عندما تكون الرطوبة النسبية عالية وسرعة الرياح منخفضة، ويتوافق انطلاق الجراثيم الاسبورانجية - التى يحفز الضوء انطلاقها - مع الانخفاض فى الرطوبة النسبية والارتفاع فى درجة الحرارة. تكون بداية انطلاق الجراثيم عند شروق الشمس ويصل انطلاقها إلى أقصى مداه بين العاشرة صباحًا والثانية عشر ظهرًا.

ويزداد إنبات جراثيم الفطر فى الحرارة المثلى (١٠-١٥°م) من < ٢٠٪ إلى حوالى ٦٠٪ مع زيادة طول فترة ابتلال الأوراق من ساعتين إلى أربع ساعات. ويمكن لجراثيم الفطر التى تقع على أوراق الخس أن تنبت وتصيب الأوراق فى خلال ثلاث ساعات فى وجود الرطوبة الحرة. كذلك يتأثر إنبات جراثيم الفطر بدرجة الحرارة؛ فمع توفر فترة

أربع ساعات لابتلال الأوراق .. يقل إنبات الجراثيم من حوالى ٦٠٪ إلى > ٢٠٪ عند ارتفاع الحرارة من ٢٠ إلى ٢٥°م، ويكون إنباتها صفرًا تقريبًا فى حرارة ٣٠°م (عن Wu وآخرين ٢٠٠١).

ينتشر المرض فى الجو المائل إلى البرودة، وعند وجود فرق كبير بين درجتى حرارة النهار والليل. وتبلغ أنسب حرارة لإنبات الجراثيم الاسبورنجية حوالى ١٠°م، بينما تبلغ أنسب حرارة للإصابة وإنتاج الجراثيم حوالى ١٥°م. ويزداد انتشار المرض فى الرطوبة النسبية العالية (لذا تشتد وطأته فى الزراعات المحمية)، وعند وجود ماء حر على الأوراق. ويمكن القول بأن الظروف المثلى للمرض هى تلك التى تناسب نبات الخس (Walker ١٩٦٩).

عندما تكون فترة ابتلال الأوراق فى الصباح طويلة فإن ذلك يسرع من حدوث إصابات جديدة فى ذات الوقت الذى تنطلق فيه الجراثيم من الإصابات السابقة (Scherm & Bruggen ١٩٩٥أ).

وتزداد عادة شدة الإصابة بالبياض الزغبى عند إجراء الرى بطريقة الرش مقارنة بالوضع عند إجراء الرى بالغمر أو بالتنقيط، ومرد ذلك إلى أن الرى بالرش يزيد من فترة ابتلال الأوراق، ويرفع من نسبة الرطوبة الجوية حول النباتات، ويزيد من توزيع جراثيم الفطر فى الحقل مع رذاذ ماء الرى (عن Scherm & Bruggen ١٩٩٥ب).

كذلك يؤدى الرى بالغمر – مقارنة بالرى تحت السطحى بالتنقيط – إلى زيادة فترة ابتلال الأوراق، وخاصة فى الصباح، وزيادة الرطوبة النسبية أثناء النهار، مع إحداث زيادة فى شدة الإصابة بالبياض الزغبى (Scherm & Bruggen ١٩٩٥ب)، ولكن فى دراسة أخرى (Subbarao وآخرون ١٩٩٧) لم يكن هناك فرق فى شدة الإصابة بالبياض الزغبى بين طريقتى الرى بالغمر وتحت السطحى بالتنقيط.

وعلى أساس شدة ابتلال النمو النباتى خلال فترة الصباح والفترة التى تبقى خلالها النباتات مبتلة، يمكن تحديد عدد رشات المبيدات الفطرية التى تلزم لمكافحة البياض الزغبى (Scherm وآخرون ١٩٩٥).

المكافحة

يكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ - زراعة الأصناف المقاومة، وهى التى تعد أهم طرق المكافحة. وقد أنتج فيما بين عامى ١٩٥٠، و ١٩٨٠ أكثر من مئة صنف من الخس، بكل منها مقاومة لسلالة أو أكثر من الفطر.

ويُعاب على المقاومة الوراثية للبياض الزغبى أنها تكسر باستمرار بسبب ظهور سلالات جديدة من الفطر بمجرد زراعة الأصناف التى تحتوى على جين المقاومة الجديد على نطاق واسع. هذا إلاّ أن زراعة الأصناف المقاومة ما زالت تعد هى أنجح الوسائل لمكافحة المرض (عن Ryder ١٩٩٩).

٢ - تجنب الرى بالرش.

٣ - استخدم المبيدات الفطرية المناسبة، مثل: الزينب، والثيرام، والمانكوزب أسبوعيًّا فى مرحلة نمو البادرات، ثم كل أسبوعين بعد ذلك، ويفضل استخدمها بطريقة التعفير. كما يمكن الوقاية من المرض بخلط أحد المبيدات الجهازية من مشتقات الأسيلالانين acylalanine derivatives مع أرض المشتل قبل الزراعة (Dixon ١٩٨١).

وقد كان الميتالاكسيل metalaxyl (وهو phenylamide) شديد الفاعلية فى مكافحة البياض الزغبى إلى أن ظهرت السلالات الجديدة من الفطر المقاومة للمبيد. وحاليًّا .. لا يستعمل الميتالاكسيل إلاّ مع الأصناف التى تحتوى على الجينات المناسبة لمقاومة الفطر. ويفيد ذلك الإجراء فى مكافحة الجزء الحساس للمبيد من عشيرة الفطر بالمبيد، بينما يكافح الجزء غير الحساس منها بجينات المقاومة المناسبة.

ويمكن مكافحة البياض الزغبى باستعمال مخلوط من الميتالاكسيل بمعدل ٠,٢٥ جم مادة فعالة/لتر مع المانكوزيب بمعدل ٢ جم مادة فعالة/لتر كل ٧-١٠ أيام. يفيد استعمال هذا المخلوط فى مكافحة السلالات غير الحساسة للميتالاكسيل التى تتحمل تركيزات تصل إلى ٠,٠١ جم من المبيد/لتر، بينما لا يفيد استعمال أى من المبيدين منفردًا فى مكافحتها.

وتقل كثيرًا الحاجة إلى الرش بالمبيدات الفطرية حينما لا تكون الظروف الجوية مناسبة للمرض.

٤ – المعاملة بحامض الفوسفونيك مع مياه الرى:

وجد أن إضافة حامض الفوسفونيك مع مياه الرى بتركيز ٤ جم من المادة فعالة/لتر وفرت مكافحة جيدة للفطر استمرت لمدة ١٤ يومًا على الأقل (Wicks وآخرون ١٩٩٤).

البياض الدقيقى

يسبب الفطر *Erysiphe cichoracearum* مرض البياض الدقيقى Powdery mildew فى الخس، والخس البرى، ومحاصيل الخضر الأخرى التابعة للعائلة المركبة، وهى: الهندباء، والشيكوريا، والخرشوف، والطرطوفة.

يمكن أن تبدأ الإصابة فى طور البادرة، كما تصاب الأوراق المكتملة النمو. تظهر على السطح العلوى للأوراق المصابة بقع بيضاء اللون، تكون صغيرة فى البداية، ومنفصلة عن بعضها البعض، ولكنها تكبر تدريجيًا ثم تلتحم معًا. وتظهر أعراض مماثلة على السطح السفلى للأوراق فى الحالات الشديدة. تفقد الأوراق المصابة بريقها، ويصفر لونها، ثم تكتسب لونًا بنيًا وتموت.

يناسب الإصابة مجال حرارى يتراوح بين ١٠ و٢٧°م. وتحدث أعلى نسبة من الإصابة عندما تبلغ الرطوبة النسبية ٩٥–٩٨٪، إلاّ أن وجود الرطوبة الحرة على الأوراق يثبط إنبات الجراثيم.

ويكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة (وهى تتوفر فى أصناف خس الرؤوس ذات الأوراق الدهنية المظهر)، والرش بالكاراثين، أو البينوميل، أو الكربندازيم، أو التعفير بالكبريت. ويجب عند استعمال الكبريت أن تكون درجة الحرارة عالية بالقدر الذى يسمح بتطايره.

العفن الرمادى

يسبب الفطر *Botrytis cinerea* مرض العفن الرمادى gray mold rot فى الخس والعديد من النباتات الأخرى.

يصاب النبات فى أية مرحلة من نموها. تتشابه أعراض الإصابة فى المشتل بأعراض الإصابة بمرض سقوط البادرات. وتظهر الأعراض – على النباتات الأكبر – على صورة

بقع طرية، متحللة، رمادية، قاتمة اللون بقاعدة الساق، تنتشر بسرعة، وتؤدى إلى ذبول الأوراق لدى إصابة قاعدتها. أما النباتات البالغة .. فإن أوراقها الداخلية الصغيرة المصابة تصبح كتلة متحللة لزجة. ويذبل النبات عادة، وينهار قبل أن يلاحظ عليه أى تحلل من الخارج. وتظهر الأجسام الحجرية للفطر فى الأنسجة المتحللة بعد أن يكتمل تحلل الرأس.

يناسب انتشار المرض الرطوبة العالية، والحرارة المنخفضة نسبيًّا. وتبدأ الإصابة غالبًا من الأوراق الخارجية المسنة، أو من خلال الإصابات المرضية أو الحشرية بأى من أوراق النبات.

ويكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ - التخلص من بقايا المحصول السابق، ودفنها عميقًا فى التربة، والاهتمام بتحسين الصرف.

٢ - الاهتمام بمكافحة مرض البياض الزغبى، نظرًا لأن الإصابة بالعفن الرمادى غالبًا ما تتبع الإصابة بالبياض الزغبى.

٣ - عدم تأخير الحصاد عن الوقت المناسب، حتى لا تصبح الأوراق الخارجية المغلفة أكثر قابلية للإصابة.

عفن القاعدة

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* مرض عفن القاعدة bottom rot فى الخس، وهو نفس الفطر الذى يسبب مرض سقوط البادرات فى الخس، وعديد من الخضر الأخرى.

تبدأ الإصابة بإنبات الأجسام الحجرية الصغيرة فى التربة تحت الأوراق التى تلامسها، وتظهر أعراض الإصابة على تلك الأوراق على صورة بقع متحللة منفصلة. ومع تقدم الإصابة يتقدم الفطر إلى أعلى النبات من خلال الأوراق التى يظهر عليها عفن بنى لزج وقد تسقط. وفى نهاية الأمر يخترق الفطر الرأس التى تصبح صغيرة الحجم وجافة وسوداء اللون كالمومياء. وقد لا يستغرق الأمر كله من بداية الإصابة أكثر من ١٠ أيام. وعادة لا تبدأ الإصابة إلا قرب اكتمال النمو حينما تغطى الأوراق السفلى مساحة كبيرة من الأرض، ولكنها قد تبدأ مبكرًا بعد ٤ أسابيع فقط من الزراعة.

تزداد مشكلة هذا المرض حدة عندما تهاجم البكتيريا المسببة للأعفان (مثل *Erwinia carotovora*، و *Pseudomonas marginalis*) النباتات المصابة؛ مما يترتب عليه ظهور أعفان شديدة.

يعيش الفطر على بقايا النباتات فى التربة، وينتشر المرض فى الجو الدافئ الرطب.

ويكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ – اتباع دورة زراعية طويلة.

٢ – إزالة كل البقايا النباتية بمجرد الانتهاء من عملية الحصاد.

٣ – العزق السطحى الخفيف بعد الأمطار؛ للعمل على سرعة جفاف الطبقة السطحية للتربة.

٤ – الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة على أن يغطى محلول الرش السطح السفلى للأوراق.

تقزم بثيم

يسبب الفطر *Pythium* spp. تقزمًا لنباتات الخس يعرف باسم تقزم بثيم Pythium Stunt.

يمكن أن يصاب النبات فى أية مرحلة من نموه ابتداء من طور البادرة إلى النباتات الكاملة النمو، ولكن تزداد حدة الإصابة كلما كانت مبكرة. تؤدى الإصابة المبكرة إلى سقوط البادرات وموتها. وإذا أصيبت النباتات بعد ذلك .. فربما لا تنمو الأوراق الداخلية، ثم تموت الأوراق الخارجية وتجف، ثم يموت النبات كله. ويظهر تلون أسود واضح فى الحزم الوعائية لدى قطع الجذر والساق طوليًا. كما تبدو الجذور خشنة وقاتمة اللون من الخارج، ويقل تكون الجذور الجانبية.

تنتشر الإصابة عند توفر الرطوبة الأرضية. وتتفاوت أنواع الجنس *Pythium* فى احتياجاتها الحرارية فيما بين المحبة للبرودة، والمحبة للحرارة.

ويكافح المرض بتعقيم التربة، وزراعة الأصناف المقاومة، مثل: هوايت بوسطن، وبج بوسطن.

سقوط اسكليروتينيا

المسبب وعوائله

يسبب الفطران: *Sclerotinia sclerotiorum*، و *S. minor* مرض سقوط اسكليروتينيا Sclerotinia drop في الخس، وفي عديد من محاصيل الخضر الأخرى.

يصيب *S. sclerotiorum* مدى واسعًا جدًا من العوائل يتضمن ٤٠٨ أنواع موزعة على ٢٧٨ جنسًا في ٧٨ عائلة، بينما يصيب *S. minor* ٩٤ نوعًا نباتيًا موزعة على ٦٦ جنسًا في ٢١ عائلة (عن Subbarao ١٩٩٨).

الأعراض

تؤدى إصابة البادرات إلى سرعة انهيارها وجفافها.

تبدأ الإصابة على ساق النبات بالقرب من سطح التربة، ثم تنتشر لأعلى ولأسفل على الساق. وتتدلى أوراق النبات لأسفل لدى مهاجمة الفطر لقواعدها، وتسقط ورقة تلو الأخرى - عل أحد جانبي النبات عادة - مع استمرار نمو الفطر على الساق إلى أعلى إلى أن يذبل النبات كله ويتسطح على التربة مع زيادة الاصفرار والتحلل حتى يموت النبات كله. ويظهر في الأجزاء النباتية المصابة نمو زغبي أبيض اللون، عبارة عن ميسيليوم الفطر، تبدو فيه نموات صغيرة سوداء اللون، هي الأجسام الحجرية للفطر، وهي صغيرة (٠,٥-٢,٠ مم) في *S. minor*، وكبيرة نسبيًا (تقدر أبعادها بنحو ٢ إلى ٢٠ × ٣ إلى ٧ مم) وغير منتظمة الشكل في *S. sclerotiorum*. كما قد يظهر المرض بعد الحصاد، أثناء التخزين والتسويق.

يكوّن الفطر *S. sclerotiorum* أجسامه الثمرية (الأبوثيسيا apothecia) على أجسامه الحجرية، وهي التي تنتج جراثيم أسكية ascospores بأعداد ضخمة تنتشر بواسطة التيارات الهوائية لمسافات بعيدة حيث تبدأ إصابات جديدة. هذا .. بينما لا يصيب الفطر *S. minor* غير النباتات القريبة منه.

وعندما تحدث الإصابة بواسطة الجراثيم الأسكية التي تنقلها التيارات الهوائية، فإن الخسارة في المحصول قد تصل إلى ٧٠٪.

الظروف المناسبة للإصابة

ينتشر المرض في الجو البارد الرطب، وفي الأراضي التي تظل رطبة لفترة طويلة. وتعيش الأجسام الحجرية للفطر في التربة مدة ٢-٣ سنوات.

يتراوح المجال المناسب لإنبات الأجسام الحجرية ونمو الغزل الفطري بين ٦، و ١٣°م، بينما تبلغ الدرجة المثلى ١٨°م.

وقد كانت الإصابة بمرض سقوط اسكليروتينيا أقل جوهريًا والمحصول أعلى جوهريًا عندما كان الري بطريقة التنقيط تحت السطحي مقارنة بالوضع عندما كان الري سطحيًا عبر قنوات الخطوط (Subbarao وآخرون ١٩٩٧)، ويحدث ذلك من خلال تأثير طريقتا الري على رطوبة التربة وحرارتها، وليس من أي تأثير لهما على كائنات التربة (Bell وآخرون ١٩٩٨).

المكافحة

تناول Subbarao (١٩٩٨) موضوع المكافحة المتكاملة لهذا المرض بشئ من التفصيل.

لا تعرف حاليًا أية أصناف من الخس يمكنها مقاومة هذا المرض.

ويمكن حصر مختلف الوسائل المتبعة في مكافحة المرض، فيما يلي:

١ - تفيد معاملة التربة بالميتام صوديوم في مكافحة المرض.

٢ - زراعة البروكولي في دورة مع الخس، مع حراثة بقايا نباتات البروكولي في التربة؛ حيث يؤدي انطلاق الأيزوثيوسيانات من بقايا البروكولي إلى القضاء على الأجسام الحجرية للفطر (عن Subbarao ١٩٩٨).

٣ - يفيد التسميد العضوي الجيد بالأسمدة البلدية وسماد الدواجن في تقليل شدة الإصابة، وربما حدث ذلك بسبب توفير الأسمدة فرصة أكبر لتنوع وتكاثر وازدهار الكائنات المنافسة (Asirifi وآخرون ١٩٩٤).

٤ - كان من المعتقد أن الحراثة العميقة لأجل جعل الأجسام الحجرية للفطر على عمق ٢٥-٣٠ سم تعد من الوسائل الفعالة في مكافحة المرض، إلا أنه ثبت عدم جدوى تلك العملية، وخاصة عند تواجد الفطر بكثافة عالية؛ بل إنها - على العكس من

ذلك – يمكن أن تؤدى إل زيادة تجانس توزيع الفطر فى التربة (Subbarao وآخرون ١٩٩٦).

٥ – سرعة التخلص من النباتات التى تظهر عليها الإصابة خارج الحقل إلا أنها عملية مكلفة (عن Ryder ١٩٩٩).

٦ – الرى بطريقة تعمل على بقاء سطح التربة جافًا قدر الإمكان (Univ. Calif. ١٩٨٧).

٧ – المكافحة بالمبيدات:

يفيد استعمال الإبروديون iprodione، والفنكلوزولين Vinclozolin فى مكافحة المرض عند رشهما على الأرض وحول قواعد النباتات، ولكن كثرة استعمالهما يسرع من تحللهما فى التربة بفعل الكائنات الدقيقة؛ مما يسرع جدًا من فقدهما لفاعليتهما. وقد بلغت فترة نصف حياة المبيد فى التربة بعد معاملتها به مرة، ومرتان، وثلاث مرات: ٣٠، و ١٢، و ٤ أيام على التوالى فى حالة الإبروديون، و ٣٠، و ٢٢، و ٧ أيام على التوالى فى حالة الفنكلوزولين.

يراعى دائمًا أن يكون الرش بالمبيدات فى المراحل المبكرة من النمو قبل تكوين الرؤوس، على أن يغطى محلول الرش كل النمو الورقى.

٨ – المكافحة الحيوية:

أدت معاملة التربة بالفطرين *Coniothyrium minitans*، و *Gliocladium virens* إلى مكافحة الفطر *S. sclerotiorum* جوهريًا، كما أدى رش النموات الخضرية المتبقية فى الحقل بعد الحصاد بالفطرين إلى خفض شدة الإصابة بالمرض فى المحصول التالى، وذلك عندما كانت مستويات الإصابة معتدلة فى المحصول السابق (Budge وآخرون ١٩٩٥).

وأفضل ما يفيد فى المكافحة الحيوية للفطر *S. minor* الفطر المضاد *Sporidesmium sclerotivorum* (عن Subbarao ١٩٩٨)، كما أفاد معه أيضًا فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* (Jones & Stewart ١٩٩٧)، والفطر المضاد *C. minitans*.

وقد ساعدت المعاملة بالإبروديون iprodione مرة واحدة فى زيادة فاعلية الفطر *C. minitans* فى مكافحة *S. sclerotiorum* دونما اعتبار لمدى تحمل *C. minitans*

للإبروديون، وتشابهت معاملة الإبروديون مع *C. minitans* فى تأثيرها على الفطر المسبب للمرض مع معاملة الرش كل أسبوعين بالإبروديون (Budge & Whipps ٢٠٠١).

وأحدثت المعاملة بأى من *Serratia marcescens*، أو *Streptomyces viridodiasticus*، أو *Micromonospora carbonacea* نقصًا جوهريًا فى نمو الفطر *S. minor* فى البيئات الصناعية، علمًا بأنها جميعًا أنتجت تركيزات عالية من كل من الـ chitinase، والـ β-1,3-glucanase، وأن الاستربتوميسيت *Streptomyces viridodiasticus* أنتج – كذلك – مركب أو مركبات مضادة للفطريات. وقد نجحت العزلات الثلاث – منفردة أو معًا – فى خفض شدة الإصابة بالفطر *S. minor* تحت ظروف الصوبة، وكانت قادرة على التواجد والتكاثر فى محيط الجذور فى خلال ١٤ يومًا من الزراعة (El-Tarabily وآخرون ٢٠٠٠).

موزايك الخس

المسبب

يسبب فيرس موزايك الخس Lettuce Mosaic Virus مرض الموزايك فى الخس، والخس البرى، والشيكوريا، والبسلة، والرجلة، والسبانخ، والزينيا، وعديد من النباتات الأخرى. تعرف ثلاث سلالات على الأقل من الفيرس:

الأعراض

تبدأ أعراض الإصابة فى طور البادرة أو فى مرحلة النمو الورقى المتورد rosette stage على صورة شفافية بالعروق تنتشر وتصبح جهازية بعد نحو ١٠–١٤ يومًا من الإصابة، كذلك تلتف قليلاً حواف الأوراق نحو الخلف. ويظهر التبرقش على الأوراق التالية فى التكوين بسبب فقد الكلوروفيل فى أجزاء من الورقة، ويترتب على ذلك ظهور أعراض الموزايك من الأنسجة الخضراء القاتمة والخضراء الضاربة إلى الصفرة أو الصفراء. وقد يظهر تحلل بالأوراق فى بعض الأصناف. ومع تقدم الإصابة يتوقف النمو النباتى وتبدو النباتات متقزمة. ولا تتكون الرؤوس فى الإصابات المبكرة (عن Ryder ١٩٩٩).

تؤدى إصابة حقول إنتاج البذور إلى نقص المحصول بنسبة تصل إلى ٦٢٪ (عن Dixon ١٩٨١).

انتقال الفيرس

ينتقل الفيرس بثلاث طرق رئيسية، هي:

١ – تعتبر البذور المصابة المصدر الأول للإصابة فى الحقل. ورغم أن نسبة البذور المصابة قد تكون منخفضة للغاية .. إلاّ أنها تشكل مصدرًا خطيرًا لانتشار العدوى فى بقية النباتات فى الحقل.

وقد وُجد فى إحدى الدراسات أن نسبة النباتات المصابة عند بداية الحصاد كانت ٣,٤٪ عندما كانت البذور – التى استعملت فى الزراعة – خالية تمامًا من الإصابة، بينما بلغت ٧,٦٪ عند بداية الحصاد، عندما كانت نسبة الإصابة فى البذور ٠,١٪، وبلغت ٢٩,٥٪ عندما كانت نسبة إصابة البذور ١,٦٪. هذا وتتراوح نسبة الإصابة فى البذور التى تنتجها النباتات المصابة بين ٠,٢٪ و ١٤,٢٪، ولكنها تتراوح غالبًا من ١٪ إلى ٣٪.

ويكون انتقال الفيرس عن طريق البويضات بصفة رئيسية، وقد وجد فى إحدى الدراسات أن انتقال الفيرس للبذور كان بنسبة ٥,٥٪ عن طريق البويضات مقابل ٠,٢٪ عن طريق حبوب اللقاح.

ولا ينتقل الفيرس عن طريق البذور إذا بدأت الإصابة بعد الإزهار، بينما تكون نسبة البذور المصابة منخفضة إذا أصيبت النباتات قبل الإزهار مباشرة، وتكون مرتفعة إذا أصيبت النباتات فى مرحلة مبكرة من نموها.

وقد وجد أن حبوب اللقاح التى تنتجها نباتات الخس المصابة تكون حاملة للفيرس خارجيًّا (على الـ exine) وداخليًّا (Hunter & Bowyer ١٩٩٤).

٢ – تنتشر الإصابة فى الحقل بأنواع مختلفة من المنّ، أهمها من الخوخ الأخضر *Myzus persicae*.

٣ – وينتقل الفيرس ميكانيكيًّا – كذلك – عند احتكاك أوراق النباتات السليمة بالأوراق المصابة بفعل الرياح (Whitaker ١٩٧٤).

المكافحة

يكافح فيرس موزايك الخس باتباع الوسائل التالية:

١ – زراعة بذور معتمدة خالية من الفيرس. وتسمح بعض الدول بنسبة إصابة تصل إلى ٠,١٪. إلاّ أن ذلك يعنى وجود من ٣٠٠–٤٠٠ نبات مصاب بكل فدان، مما يجعل المكافحة بالغة الصعوبة. والاتجاه السائد – الآن – هو عدم السماح بوجود أية بذرة مصابة بالفيرس فى كل عينة من ٣٠ ألف بذرة. ويفيد اختبار البذور للفيرس حتى مع الأصناف المقاومة للفيرس، نظرًا لأنها يمكن أن تصاب بصعوبة، وتظهر بها الأعراض على صورة اصفرار محدود بأوراق النباتات الكبيرة، ويوجد فيها الفيرس بتركيزات منخفضة للغاية.

٢ – زراعة الأصناف المقاومة، مثل: فانجارد ٧٥ Vanguard 75، وهو من أصناف خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة.

٣ – التخلص من الفيرس فى البذور المصابة بمعاملتها بالحرارة؛ فقد وجد أن تعريض بذور الصنف وبز واندرفل Webb's Wonderful لدرجة حرارة ٢٦,٧°م لمدة ٣ أيام .. أدى إلى التخلص التام من فيرس موزايك الخس، دون أى تأثير على إنبات البذور، وأدت زيادة فترة التعرض للحرارة إلى ستة أيام إلى خفض نسبة إنبات البذور إلى ٤٤,٧٪، بينما أدى تعريض البذور لهذه الحرارة لمدة ١٢ يومًا إلى خفض إنبات البذور إلى الصفر تقريبًا.

٤ – التخلص من النباتات التى تلاحظ إصابتها أولاً بأول.

٥ – مكافحة حشرة المن بالمبيدات الحشرية المناسبة، خاصة بالزيوت التى تمنع المن من اكتساب الفيرس، أو نقله عند تغذيته على نبات معامل.

فيرس موزايك الخيار

تؤدى الإصابة بفيرس موزايك الخيار Cucumber Mosaic Virus إلى شفافية العروق والتفاف الأوراق، وتبرقشها، وتحللها أحيانًا، وتقزم النباتات وتشوهها.

ينتقل الفيرس أساسًا بواسطة منّ الخوخ الأخضر *M persicae*، وهو يصيب عددًا كبيرًا من الأنواع النباتية.

وقد اكتشفت المقاومة لأحد سلالتى الفيرس المعروفتين فى سلالة من النوع البرى *L. saligna*.

فيرس ذبول الفول الرومى

ينتقل فيرس ذبول الفول الرومى Broad Bean Wilt Virus – الذى يصيب عـددًا مـن الأنواع النباتية الأخرى إلى جانب الخس – بواسطة عـدة أنـواع مـن المـنّ، وخاصـة مـن الخوخ الأخضر. وتتشابه الأعراض التى تحدثها الإصابة بفيرس ذبول الفول الرومـى مـع تلك التى يحدثها فيرس موزايك الخس. وقد اكتشفت القـدرة علـى تحمـل الفـيرس فـى بعض أصناف الخس وبعض سلالات النوع البرى *L. virosa*.

ويكافح فيرس ذبول الفول الرومى، بمراعاة ما يلى:

١ – حراثة بقايا النباتات عميقًا فى التربة.

٢ – التخلص من الحشائش ليس فقط فـى حقـل الخـس، ولكـن أيضًـا علـى حوافـه وجوانب الطرق القريبة من الحقل.

٣ – تجنب إجراء زراعات متتالية متجاورة قبل الانتهاء من الزراعات السـابقة لكـى لا يهاجر المن المحمل بالفيرس منها إلى الزراعات اللاحقة.

٤ – زراعة الأصناف المقاومة:

يتحكم فى المقاومة للفيرس جـين واحـد متنح يقلـل بشدة من معدل تكاثر الفيرس فى النبات. ولـذا .. فإن الفيرس يكون متواجدًا فى النباتات المقاومـة وبصـورة جهازيـة، إلا أن أعراض الإصابة تـكون طفيفة للغـاية ولا تؤثر فى النمو النباتى (عن Ryder ١٩٩٩).

فيرس اصفرار البنجر الغربى

يصاب الخس بفيرس اصفرار البنجر الغربى Beet western yellows الـذى يعـرف – أيضًا – باسـم فـيرس اصفـرار اللفـت Turnip yellows virus، وفـيرس اصفـرار الفجـل Radish yellows virus، ويصيب – إلى جانب الخس – نحـو ١٤٦ نـوع نبـاتى، تتـوزع فى ٢١ عائلة من ذوات الفلقتين.

يؤدى الفيرس إلى اصفرار أنسجة الورقـة بـين العـروق، أو اصفـرار الورقـة كلـها فـى الحالات الشديدة. تبدأ الإصابة فى الأوراق الخارجية، ثم تتقدم نحو الأوراق التالية لها. تؤدى الإصابة بالفيرس إلى جعـل الأوراق سميكـة وسـهلة التكسـر، والنباتـات متقزمـة،

وأكثر عرضة للإصابة بفطر الألترناريا. وتعتبر أصناف مجموعة خس الرؤوس ذات الأوراق الدهنية المظهر أكثر حساسية من غيرها.

ينتقل الفيرس بواسطة عدة أنواع من المنّ، أهمها: منّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae*، ويبقى بالحشرة لمدة ٥٠ يومًا.

وقد وجد أن أعراض الإصابة تختفى تمامًا لدى معاملة النباتات المصابة بالرش بمادة methyl benzimidazole 2-yl carbamate، وهى التى تعرف باسم كاربندازيم carbendazim، رغم عدم تأثر تركيز الفيرس فى النبات بهذه المعاملة.

هذا .. ولا تعرف أصناف مقاومة لهذا الفيرس (Dixon ١٩٨١)، ولكن تتوفر المقاومة فى النوعين البريين *L. perennis*، و *L. muralis*.

فيرس اصفرار الخس المعدى

يصيب فيرس اصفرار الخس المعدى lettuce infectious yellows virus نباتات الخس، والقرعيات، وعددًا كبيرًا آخر من محاصيل الخضر، والحقل، ونباتات الزينة، والأعشاب الضارة.

ينتقل الفيرس بواسطة الذبابة البيضاء من نوع *Bemisia tabaci*.

تبدأ الأعراض على صورة اصفرار بحواف الأوراق الخارجية الكبيرة، يستمر إلى أن تأخذ جميع الأوراق لونًا أصفر، ولكن الاصفرار يكون أكثر شدة قرب حواف الأوراق، كما قد تأخذ حواف أكبر الأوراق سنًّا لونا بنيًّا. تتشابه أعراض الإصابة بهذا الفيرس مع أعراض الإصابة بفيرس اصفرار البنجر الغربى. وتؤدى الإصابة إلى تقزم النمو النباتى، وضعف تكوين الرؤوس، ونقص المحصول بشدة (Univ. Calif. ١٩٨٧).

تضاءلت أهمية هذا الفيرس فى كاليفورنيا منذ عام ١٩٩٠، بينما كان قد تسبب فى خسائر جمة لمنتجى الخس خلال فترة ثمانينيات القرن الماضى، ويرجع السبب فى ذلك إلى أنه فى خلال ثلاث سنوات – بداية من عام ١٩٩٠ – ظهرت سلالة جديدة من الذبابة البيضاء (سلالة B) حلت تمامًا – تقريبًا – محل السلالة الأصلية (سلالة A)، علمًا بأن السلالة الجديدة (B) التى تتميز بقدرة أكبر على التكاثر عن السلالة الأصلية

(A) تنخفض كفاءتها فى نقل فيرس اصفرار الخس المعدى إلى ١٪ من كفاءة السلالة A. وفيما بعد .. أعطيت السلالة الجديدة اسمًا جديدًا هو: *Bemisia argentifolii* لتمييزها عن النوع الأصلى *B. tabaci* الذى تنتمى إليه السلالة A.

وقد أعقب اختفاء فيرس اصفرار الخس المعدى من كاليفورنيا ظهور فيرس جديد أطلق عليه اسم فيرس اصفرار الخس lettuce chlorosis virus، كانت كل من سلالتى الذبابة (A، و B) قادرتين على نقله، وهو يتشابه في كثير من خصائصه مع فيرس اصفرار الخس المعدى، ولكنهما يختلفان فى عدم قدرة الأول على إصابة القرعيات (Wisler وآخرون ١٩٩٨).

وعلى الرغم من اكتشاف المقاومة لفيرس اصفرار الخس المعدى في النوع البرى *L. saligna*، إلاَ أن برنامج التربية الذى بدأ تحت وطأة شدة الخسائر التى أحدثها الفيرس خلال الثمانينيات سرعان ما توقف بعد اختفاء الفيرس في بداية التسعينيات.

العرق الكبير

ينتقل مسبب هذا المرض عبر منطقة التحام الأصل مع الطعم؛ لذا .. يعتبره البعضُ أنه فيرس، ولكنه لم يعزل ليمكن التعرف عليه.

وقد ثبت مؤخرًا أن مرض العرق الكبير يرتبط بوجود رنا RNA مزدوج فى جذور النباتات المصابة، ولكن يتعين إكمال فروض كوخ Koch's postulates لإثبات أن هذا الرنا هو مسبب المرض.

يصيب مسبب مرض العرق الكبير نبات الخس عن طريق الجذور بواسطة الفطر *Olpidium brassicae*، والذى يصيب الجذور بوساطة جراثيمه السابحة zoospores.

تؤدى الإصابة إلى شفافية أنسجة نصل الورقة المحيطة بالعرق الوسطى؛ مما يبرزه ويجعله يبدو كبيرًا وعريضًا؛ ومن هنا كان اسم المرض. هذا وتأخذ أوراق النباتات مظهرًا صلبًا وقائمًا بينما تبدو حوافها متغضنة. كذلك تؤدى الإصابة إلى تأخير تكوين الرؤوس وصغر حجمها، وضعف نوعيتها.

يعيش الفطر الناقل لمسبب المرض فى التربة على صورة جراثيم ساكنة.

تكون أعراض الإصابة على أشدها فى حرارة ١٤°م، وتقل تدريجيًا بارتفاع درجة حرارة الهواء، إلى أن تختفى فى حرارة ٢٤°م. وليس لدرجة حرارة التربة تأثير فى هذا الشأن.

وفى دراسة أخرى كانت الدرجة المثلى لظهور أعراض الإصابة فى أقصر وقت ممكن هى حرارة ثابتة مقدارها ١٨°م. كذلك أدى خفض شدة الإضاءة إلى إحداث خفض مماثل فى شدة الإصابة. وفى الإضاءة الضعيفة كانت الإصابة أشد فى فترة ضوئية طولها ١٨ ساعة عما كان عليه الحال فى إضاءة مقدارها ١٠ أو ٥ ساعات (Walsh ١٩٩٤).

وتكثر الإصابة فى الأراضى الغدقة والثقيلة ذات السعة الحقلية العالية التى تسمح بتحرك الجراثيم السابحة فيها بسهولة بدرجة أكبر مما فى الأراضى الخفيفة الخشنة ذات السعة الحقلية المنخفضة نسبيًا.

تصعب مكافحة هذا المرض. وأفضل ما يمكن عمله بشأنه – حاليًا – هو تعقيم التربة بأحد المبيدات المناسبة، مثل: بروميد الميثيل، وعدم الإفراط فى الرى.

وكان يعرف صنفًا واحد مقاومًا لهذا المرض هو الصنف ميريت Merit (Ryder & Whitaker ١٩٨٠). وقد استعمل هذا الصنف فى تربية أصناف أخرى أكثر مقاومة، هى: Thompson، و Sea Green، و Pacific، كما اكتشفت المناعة فى بعض سلالات النوع البرى *Lactuca virosa* (عن Ryder ١٩٩٩).

اصفرار الأستر

تصيب فيكوبلازما اصفرار الأستر aster yellows حوالى ٣٥٠ نوعًا نباتيًا تنتمى إلى ٥٤ جنسًا، مسببة مرضًا يعرف بالإسم ذاته، وهى تنتقل إلى النباتات بواسطة نطاط الأوراق ذى الست نقاط six spotted leafhopper (وهو: *Macrosteles quadrilineatus*).

تكون بداية أعراض الإصابة على صورة اصفرار بالأوراق الحديثة مع تقزم فى النمو، وتفشل النباتات فى تكوين رؤوس صالحة للتسويق (عن Ryder ١٩٩٩).

تنتقل فيكوبلازما اصفرار الأستر بواسطة نطاطات الأوراق، وتبلغ كفاءة ذكور النطاط

M quadrilineatus في اكتساب الفيكوبلازما من النباتات المصابة ضعف كفاءة إناثه (Beanland وآخرون ١٩٩٩).

وتكافح الفيكوبلازما بمكافحة النطاطات الناقلة لها

النيماتودا

يصاب الخس بعدد من الأنواع النيماتودية، من أهمها ما يلي:

M. incognita | *Meloidogyne hapla*

Longidorus africanus | *Pratylenchus penetrans*

Rotylenchus robustus

تفيد كثيرًا حراثة مختلف الأجزاء النباتية لحشيشة السودان sudangrass (وهو *Sorghum sudanese*) في التربة في مكافحة النيماتودا *M. hapla* حيث يضعف تكاثرها ويقل إنتاجها للبيض (Viaene & Abawi ١٩٩٨).

وقد أفادت معاملة التربة بالشيتين chitin في مكافحة النيماتودا *M. hapla* (Chen وآخرون ١٩٩٩) كما أفادت في المكافحة البيولوجية المعاملة بأى من: البكتيريا *Bacillus thuringiensis*، أو الفطر *Paecilomyces marquandii*، أو الاستروميسيت *Streptomyces costaricanus* (Chen وآخرون ٢٠٠٠)

الحشرات

يصاب الخس في مصر بمَنّ الخوخ الأخضر، والديدان النصف قياسة، ودودة ورق القطن، ونافقات الأوراق، والدودة القارضة، وبعض الحشرات الأخرى الأقل أهمية

المَنّ

إن أكثر أنواع المنّ إصابة للخس، هي: *Nasonovia sibisnigri*، و *Myzus persicae*، و *Macrosiphum euphorbiae*، بينما تصاب الجذور بمنّ جذور الخس *Pemphigus bursarius*

بالإضافة إلى الأضرار المباشرة التى يحدثها المنّ للخس بامتصاصه للعصارة النباتية، فإنه ينقل إليه الأمراض الفيروسية، ويؤدى مجرد تواجده على الأوراق إلى عدم صلاحية الخس للتسويق.

يعتبر منّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae* أهم أنواع المنّ التى تصيب الخس، كما ينقل إليه فيروسات: موزايك الخس، واصفرار البنجر الغربى، وموزايك اللفت.

تتوفر المقاومة الجزئية لمنّ الخوخ [illegible] ض سلالات الخس المقاومة لمنّ الخس *Nasonovia ribis nigri*

ينقل منّ الخس إلى نباتات [illegible] موزايك الخيار، واصفرار البنجر الغربى، ولكنه لا ينقل إليها فيرس موزايك الخس.

تتوفر المقاومة لفيرس منّ الخس فى عدة سلالات من النوع البرى *L. virosa*، ويتحكم فى المقاومة جين واحد ذى سيادة غير تامة، وهو ذات الجين الذى يوفر مقاومة جزئية ضد منّ الخوخ الأخضر.

كذلك يصاب الخس بمنّ البطاطس *Macrosiphum euphorbiae* ومنّ الخس البنى *Uroleucon sonchi* (عن Ryder ١٩٩٩).

أما منّ جذور الخس *Pemphigus bursarius* فهو من آفات الخس الهامة فى الولايات المتحدة، وكندا، والمملكة المتحدة، وألمانيا. تتغذى الحشرة على جذور الخس ويؤدى ذلك إلى ذبول الأوراق الخارجية، وإلى موت النبات فى حالات الإصابة الشديدة.

تتوفر عدة أصناف من الخس مقاومة لمنّ جذور الخس، وهى مقاومة عالية جدًا، ويتحكم فيها جين واحد سائد (عن Ryder ١٩٩٩).

وتفيد معاملة مخلوط مهاد زراعة البذور بالفطر *Metarhizium anisopliae* فى مكافحة منّ الجذور (Collier وآخرون ١٩٩٩).

وقد وفرت إضافة الـ imidacloprid (مثل الأدماير Admire والكونفيدور Confidor) إلى التربة على عمق ٧,٥ سم مقاومة تامة للمنّ دامت لمدة ٦٠–١٠٠ يوم بعد الزراعة (Palumbo & Kerns ١٩٩٤).

يكافح المنّ – كذلك – بالرش بأى من المبيدات التالية (على أن تكون الرشة الأخيرة قبل الموعد المتوقع للحصاد بفترة لا تقل عن أسبوعين):

Admire Provado

Warrior

كما يكافح منّ جذور الخس *Pemphigus bursarius* باستعمال الداى سيستون.

خنافس الخيار

تكافح خنافس الخيار بالمبيدات التالية:

Diazinon Carbaryl

Cypermethrin Pyrellin

دودة ورق القطن

تكافح دودة ورق القطن باستعمال المبيدات التالية:

Cypermethrin Larvin

Mattch Warrior

الديدان السلكية

تكافح الديدان السلكية (*Limonius* sp.) باستعمال المبيدات التالية:

Diazinon Telone

الفصل السادس

تعريف بالخرشوف وأهميته وأصنافه

يعرف الخرشوف فى الإنجليزية باسم Artichoke، أو Globe Artichoke. وقد اشتق الاسم الإنجليزى من كلمتين عربيتين هما "أرض شوك"، ومنها اشتق الاسم العربى خرشوف. وهو أحد محاصيل الخضر المهمة التى تتبع العائلة المركبة Compositae، واسمه العلمى *Cynara scolymus* L.

أنواع الجنس *Cynara*

يحتوى الجنس *Cyanara* على عدة أنواع، ويعتبر الخرشوف أهمها، وتنمو ثلاثة أنواع برية فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، وهى: *C. cardunculus*، وهو الكاردون البرى الذى ينتشر فى وسط وغرب حوض البحر الأبيض المتوسط، و *C. syriaca* الذى ينتشر فى جنوب تركيا، وسوريا، ولبنان، و فلسطين، و *C. sibthropiana* الذى ينتشر فى جزر بحر إيجة. ويُلَقَّح الخرشوف بسهولة مع النوعين الأول، والثانى، وهو ما يعنى وجود صلة قرابة قوية بينهم (De Vos ١٩٩٢).

ونظرًا لأن الخرشوف يتلقح بسهولة تامة مع الكردون، فقد اقُترح ضمهما معًا فى نوع واحد هو *C. cardunculus*، مع وضع الخرشوف فى تحت النوع *C cardunculus* ssp. *scolymus* (Wiklund ١٩٩٢). ويبدو أن هذا التقسيم – الذى يصنف الجنس *Cynara* إلى ٨ أنواع، و ٤ تحت أنواع لم يؤخذ به. وقد قدم Rottinberg & Zohary (١٩٩٦أ، و ١٩٩٦ب) أدلة قوية على أن الكردون البرى *C. cardunculus* هو الأصل البرى للخرشوف المنزرع.

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن موطن الخرشوف هو وسط وغرب حوض البحر الأبيض المتوسط بشمال

أفريقيا، ونقل منها إلى مصر وغيرها من دول الشرق منذ حوالى ٢٠٠٠-٢٥٠٠ سنة. ومن الممكن أن تكون الطرز التى استعملها الرومان والإغريق من الكردون. ولمزيد من التفاصيل عن تاريخ زراعة الخرشوف يراجع Ryder وآخرون (١٩٨٣).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

يزرع الخرشوف لأجل نوراته التى تعرف باسم chokes، وهى التى يؤكل منها التخت النورى، وقواعد القنابات المحيطة بالنورة، خاصة القنابات الداخلية. تؤكل النورات مسلوقة، أو مطبوخة، أو محشية باللحم المفروم، أو مقلية.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للاستعمال من نورة الخرشوف على المكونات الغذائية التالية: ٨٥,٥ جم رطوبة، و ٩ سعرات حرارية، و ٢,٩ حم بروتينًا، ٠,٢ جم دهونًا، و ١٠,٦ جم سكريات كلية، و ٢,٤ جم أليافًا، و ٠,٨ مجم كالسيوم، و ٨٨ مجم فوسفورًا، و ١,٣ مجم حديدًا، و ٤٣ مجم صوديوم، و ٤٣٠ مجم بوتاسيوم، و ١٦٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٨ مجم ثيامين، و ٠,٠٥ مجم ريبوفلافين، و ١,٠ مجم نياسين، و ١٢ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). مما تقدم .. يتضح أن الخرشوف من الخضر الغنية جدًّا بالنياسين، وأنه يحتوى على كميات متوسطة من الكالسيوم، والفسفور، والحديد. وقد تبين من دراسة - أجريت فى الولايات المتحدة - أن الخرشوف يحتل المركز السابع فى الترتيب بين مجموعة كبيرة من الخضر والفاكهة من حيث محتواها من عشرة فيتامينات ومعادن

وتوجد معظم المواد الكربوهيدراتية فى الخرشوف (١٠,٦٪ من الوزن الطازج بعد الحصاد) على صورة إنيولين inulin، وهو الذى يتحلل إلى سكر ليفيلوز Levulose؛ لذا . فإن استهلاكه لا يضر مرضى السكر. وقد ذكرت فوائد أخرى طبية للخرشوف، منها تنشيط الجهاز الهضمى والقلب، ومعادلة التأثير السام لبعض المركبات.

هذا .. وتستعمل نورات الخرشوف الكبيرة فى الاستهلاك الطازج. أما النورات الصغيرة - وهى التى تشكل الجانب الأكبر من المحصول - فيُفضَّل توريدها لمصانع حفظ وتعليب الخضروات، حيث تحفظ معلبة، أو مجمدة، أو مخللة. وتختلف نسبة

النورات الكبيرة المنتجة باختلاف الأصناف. ويقل حجم النورات دائمًا فى نهاية موسم الحصاد.

الأهمية الاقتصادية

تنتج دول حوض البحر الأبيض المتوسط حوالى ٩٥٪ من الإنتاج العالمى من الخرشوف، وتنتج إيطاليا وحدها ٥٠٪ من الإنتاج العالمى، بينما تنتج إيطاليا، وإسبانيا، وفرنسا، مجتمعة حوالى ٨٠٪ من الإنتاج العالمى. ومن أهم الدول المنتجة للخرشوف خارج حوض البحر الأبيض المتوسط الولايات المتحدة والأرجنتين.

وقد بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالخرشوف فى العالم عام ١٩٩٩ نحو ١١٩ ألف هكتار، زرع منها فى قارة أوروبا وحدها ٨٤ ألف هكتار. وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة هى: إيطاليا (٥١ ألف هتكار)، فإسبانيا (١٨ ألف هكتار)، ففرنسا (١٣ ألف هكتار). وكانت أكثر الدول العربية زراعة للخرشوف، هى: الجزائر (٤ آلف هكتار)، ومصر (٣ آلاف هكتار)، وتونس (٣ هكتار). ومن بين هذه الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار فى إسبانيا (١٤,١ طنًّا)، فمصر (١٠,١ أطنان)، فإيطاليا (٩,٢ أطنان). أما متوسط الإنتاج العالمى .. فقد بلغ ١٠,١ أطنان للهكتار (FAO ١٩٩٩).

وزرع الخرشوف فى مصر عام ٢٠٠٠ فى مساحة ٨٨١٤ فدان، وكان متوسط المحصول حوالى ٨ أطنان للفدان. وكانت غالبية المساحة المزروعة بالخرشوف فى محافظتى البحيرة (٦٤٤٦ فدان)، والإسكندرية (١٣٢٦ فدان)، بينما زرعت مساحات قليلة نسبيًا فى كل من النوبارية (٤٥٢ فدان)، والجيزة (٣٦٦ فدان) (الإدارة المركزية لشئون البساتين والمحاصيل الزراعية - وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى - جمهورية مصر العربية ٢٠٠٠).

الوصف النباتى

الخرشوف نبات عشبى معمر، تموت نمواته الهوائية سنويًا خلال فصل الصيف، كما تموت تيجانه Crowns بعد سنة من النمو، ولكن يتجدد النمو كله سنويًّا بتكوين خلفات جديدة فى الخريف من البراعم الموجودة على ساق النبات أسفل سطح التربة.

وتجدد زراعة الخرشوف في مصر سنويًا، بينما تجدد زراعته كل أربع سنوات في كاليفورنيا، وفي الدول الأوربية المنتجة للخرشوف.

الجذور

يتكون لنبات الخرشوف نوعان من الجذور، هما:

١ - جذور ليفية للامتصاص، تتكون في بداية موسم النمو، وتوجد بها الشعيرات الجذرية.

٢ - جذور لحمية سميكة لاختزان الماء والمواد الغذائية. تتكون هذه الجذور من الجذور الليفية خلال موسم النمو، وقرب نهايته، ويصل قطرها إلى ٢,٥ سم، وهي التي تقوم بإمداد الخلفات الجديدة التي تتكون في الخريف باحتياجاتها من الغذاء. ومع بداية تكوين جذور ليفية جديدة للخلفات في الزراعات المعمرة .. يتوقف تمامًا تكوين الشعيرات الجذرية على هذه الجذور لتصبح مخزنًا للغذاء.

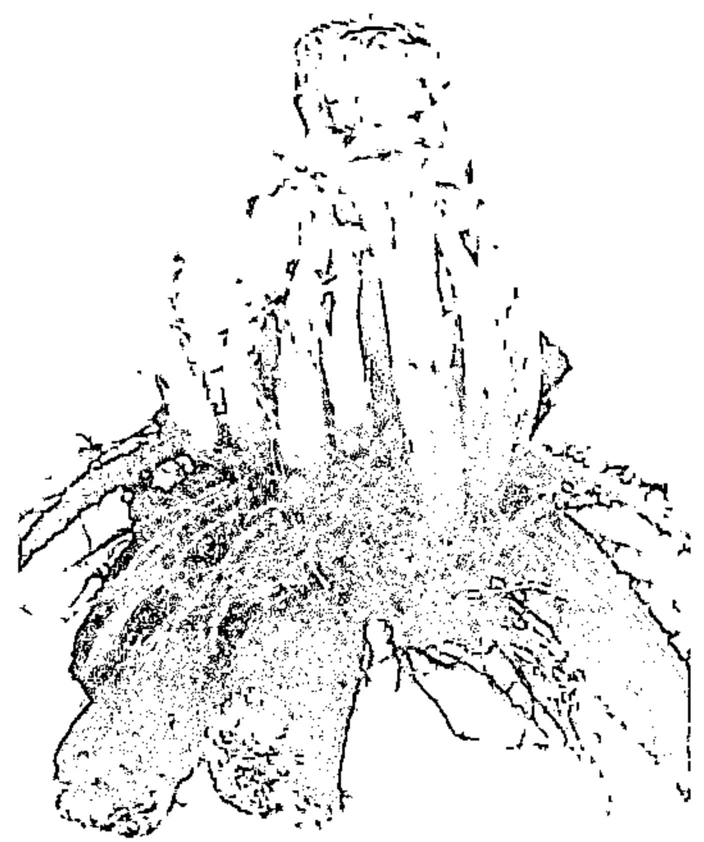
الساق والوراق

يكون ساق نبات الخرشوف قصيرًا في بداية موسم النمو، وتنمو الأوراق متزاحمة. ويتبع ذلك نمو الشمراخ الزهري الذي يكون متفرعًا، وذا لون أخضر مائل إلى الرمادي، ومغطى بوبر، يصل ارتفاعه إلى نحو ٩٠-١٥٠ سم. ينتهي الشمراخ الرئيسي بأكبر النورات حجمًا، وينتهي الفرعان أو الأفرع الثلاثة الرئيسية بنورات أصغر حجمًا .. وهكذا تنتهي جميع مستويات الأفرع الأخرى بنورات تقل في الحجم تدريجيًا، مع زيادة مستوى التفرع.

تنمو البراعم الإبطية على جزء الساق الموجود تحت سطح التربة في نهاية موسم النمو والإزهار، وتنمو بعد موت النموات الهوائية خلال فصل الصيف، معطية من ٦-٨ خلفات ذات سيقان قزمية، وينمو لكل خلفة مجموع جذري خاص بها (شكل ٦-١). ويعقب ذلك اضمحلال الساق الرئيسية السابقة للنبات ويمكن أن تستمر هذه الطريقة في النمو سنويًا في المزارع المعمرة.

وأوراق الخرشوف كبيرة، ومفصصة تفصيصًا عميقًا، وهي فاتحة اللون من السطح

السفلى، وعرقها الوسطى سميك، ومغطاة بشعيرات كما يحمل النبات أوراقًا صغيرة، تكون قليلة التفصيص

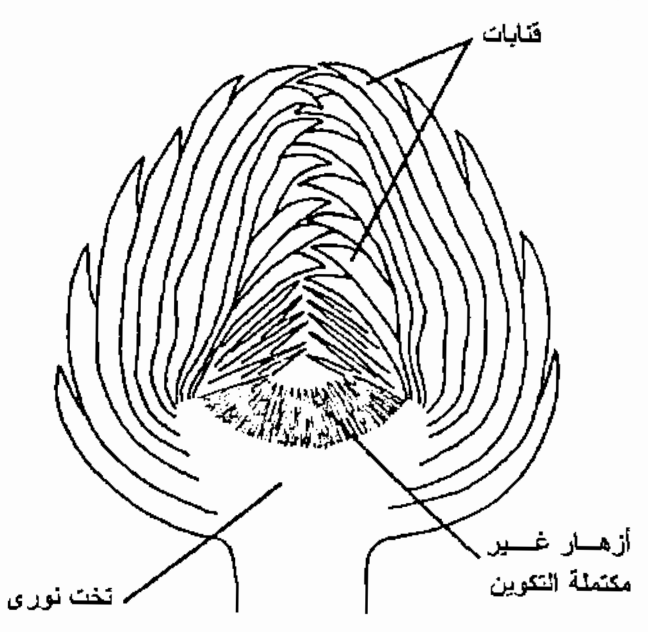


شكل (٦-١). نمو الخلفات على ساق الخرشوف (عن De Vos ١٩٩٢).

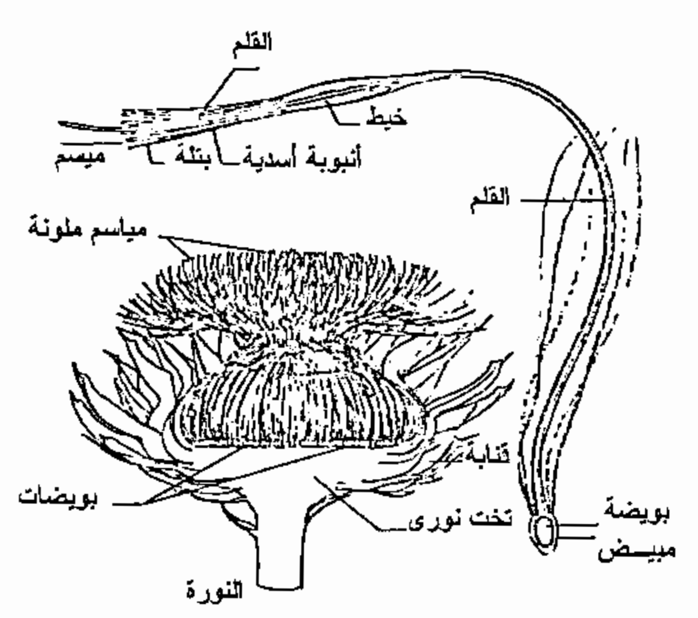
الأزهار والتلقيح

نورة الخرشوف هامة (أو رأس Head) كبيرة الحجم، ذات حامل سميك. ويتكون بالنبات الواحد من ٢٥-٥٠ نورة فى نهاية الحامل النورى وتفرعاته. يتراوح قطر النورة من ٣-١٠ سم، وتكون محاطة ومغطاة تمامًا بعدد كبير من قنابات نورية، ذات قواعد لحمية مرتبة فى محيطات تغلف الأزهار النامية على التخت النورى اللحمى. تحتوى كل نورة على عدد كبير من الأزهار القرمزية اللون. ولكل زهرة تويج أنبوبى مفصص من أعلى إلى خمسة فصوص. وقلم الزهرة طويل، يمتد خارج التويج. ويبين شكل (٦-٢)

تفاصيل تركيب نورة الخرشوف فى مرحلة التكوين المناسبة للحصاد، وشكل (٦-٣) نورة وزهرة الخرشوف بعد تفتحهما



شكل (٦-٢) نورة الخرشوف وهى فى مرحلة التكوين المناسبة للحصاد (عن De Vos ١٩٩٢).



شكل (٦-٣): تركيب زهرة ونورة الخرشوف بعد تفتحهما (عن McGregor ١٩٧٦)

تتفتح أزهار النورة الواحدة من الخارج نحو الداخل centripetally. ومع تفتح الزهرة .. يبدأ الميسم فى الاستطالة، ويأخذ معه حبوب اللقاح من السطح الداخلى للأنبوبة السدائية. ورغم أن حبوب اللقاح تنبت فى الحال، إلاّ أن المياسم لا تكون مستعدة للتلقيح إلاّ بعد مروره ٥-٧ أيام أخرى. ويعنى ذلك استحالة حدوث التلقيح الذاتى لنفس الزهرة، وإن كان من الممكن حدوثه بين الأزهار المختلفة فى نفس النورة، حيث يمكن لحبوب لقاح الأزهار الداخلية أن تنمو على مياسم الأزهار الخارجية التى تكون قد سبقتها فى التفتح بنحو ٥-٧ أيام. هذا .. وتحتفظ حبوب اللقاح بحيويتها لمدة ٤-٥ أيام؛ مما يسهل إجراء التلقيح الذاتي بواسطة مربى النبات. ولكن التلقيح الطبيعى فى الخرشوف يكون خلطيًا. وتنتقل حبوب اللقاح من زهرة لأخرى؛ إما نتيجة لاهتزاز النورات بفعل الرياح، وإما بواسطة الحشرات التى تزور نورات الخرشوف بكثرة، وخاصة نحل العسل (McGregor ١٩٧٦).

الثمار والبذور

ثمرة الخرشوف برة سميكة ناعمة الملمس، لونها مبرقش بالبنى والرمادى، وتحتوى على بذرة واحدة.

الأصناف

يوجد أكثر من ١٥٠ صنفًا من الخرشوف فى مختلف أنحاء العالم، ولكن المزروع منها على نطاق تجارى يقل عن ٤٠ صنفًا. تكثر الأصناف فى إيطاليا، وإسبانيا، وفرنسا.

ومن أهم الأصناف التى تنتشر زراعتها فى مصر، ما يلى:

١ - البلدى

يزرع فى مصر على نطاق واسع فى أكثر من ٩٠٪ من مساحة الخرشوف، نباتاته قصيرة لا يتعدى ارتفاعها ٨٠-١٠٠ سم، نوراته متوسطة الحجم، تميل إلى الاستطالة، ولونها أخضر مشوب بالبنفسجى. قنابات النورة طويلة نوعًا ومدببة. محصوله مبكر وغزير، ولكنه قليل التجانس فى صفات: شكل النورة، ولونها، وسمك التخت؛ والتبكير، وعدد النورات التى ينتجها النبات.

٢ – الفرنساوى:

يعتبر ثانى أهم الأصناف فى مصر من حيث المساحة المزروعة، نباتاته طويلة قوية النمو، يصل ارتفاعها إلى ١٥٠ سم. نوراته كبيرة، وكروية تقريبًا، لونها بنفسجى، قنابات النورة قصيرة ومندمجة. التخت النورى سميك وغير متليف، وقواعد القنابات لحمية. يصلح للتصدير.

٣ – الإيطالى:

نوراته متوسطة الحجم مستطيلة، ومستدقة، لونها أخضر فى بداية تكوينها، ثم يصبح مشوبًا باللون البنفسجى.

ومن الأصناف التى أدخلت حديثًا فى الزراعة المصرية – والتى تكثر بالبذور – ما يلى:

١ – جرين جلوب Green Globe:

نورات الصنف جرين جلوب خضراء قاتمة اللون، ويتميز بقواعد القنابات السميكة والتخت اللحمى السميك.

يختلف الصنف جرين جلوب – الذى ينتج عن التكاثر بالبذور - بصورة واضحة عن نظيره الذى ينشأ عن التكاثر الخضرى للصنف جرين جلوب الأصلى. تكثر الاختلافات عند التكاثر بالبذرة، كما لا تزيد نسبة النباتات التى تعطى نورات صالحة للتسويق – عند تكاثر الصنف بالبذرة – عن ٦٠ إلى ٧٠٪.

٢ – لارج جرين جلوب Large Green Globe:

النباتات قوية النمو، ونوراته كبيرة الحجم تميل إلى الاستطالة، ولونها أخضر مشوب بالأرجوانى.

٣ – إمبيريال استار Imperial Star:

أنتج هذا الصنف – الذى يكثر بالبذرة – فى عام ١٩٩١ فى كاليفورنيا بواسطة Wayne Schrader، و Keith Mayberry، وهو على درجة عالية من التجانس، ولا يحتاج إلى كثير من البرودة لكى يثمر مثلما يحتاج الصنف جرين جلوب. النورات مندمجة، وخالية من الأشواك، وخضراء اللون، ولكن يشوبها أحيانًا لونًا بنفسجيًا.

يتميز الصنف بقدرة عالية على التأقلم والنمو فى ظروف بيئية متباينة، وخاصة الحرارة العالية نسبيًا (Schrader وآخرون ١٩٩٢).

وفى دراسة قورن فيها الصنفين إمبريال استار وجرين جلوب عند إكثارهما بالبذرة (فى ولاية فرجينيا الأمريكية) .. كانت النتائج كما يلى (Welbaum & Warfield ١٩٩٢):

وجه المقارنة	إمبريال استار	جرين جلوب
نسبة النباتات المثمرة (٪)	٨١	٢٥
عدد النورات/نبات (من ٨/١٢ إلى نهاية موسم الحصاد فى الخريف)	١٢	٩
نسبة النورات المخالفة فى الشكل لنورات الصنف (٪)	١٠	٩
نسبة النورات الصغيرة (٪)	عالية	عالية
متوسط وزن النورة (جم)	٧٧	٨٠
نسبة النورات التى بلغت الحد الأدنى المقبول للوزن وهو ٧٥ جم (٪)	٥٤	٤٩
نسبة المحصول الصالح للتسويق (٪)	٤٦	٤٢
المحصول الصالح للتسويق (بالألف نورة للهكتار)	٥٤	٤٨

ويستدل من تلك الدراسة أن امبريال استار يفوق جرين جلوب كثيرًا عند إكثارهما بالبذرة، إلا أن امبريال استار المكثر بالبذور ما زالت تنقصه النوعية الجيدة والتجانس مقارنة بالنباتات المكثرة خضريًا.

ومن الأصناف الهامة الأخرى عالميًا – والتى تكثر بالبذرة – ما يلى:

١ – بلانكا دى توديلا Blanca de Tudela:

أكثر أصناف الخرشوف زراعة فى إسبانيا، ونوراته كروية الشكل خضراء اللون، وهو يتكاثر بالبذرة، ويوصى بزراعته لأجل التصدير.

٢ – تالبيوت Talpoit:

لهذا الصنف نورات خضراء كروية الشكل (شكل ٦–٤، يوجد فى آخر الكتاب)، وتخت سميك، وقنابات لحمية، وحامل نورى قصير. وهو متأخر النضج. وقد نشأ هذا الصنف بالتربية الداخلية مع الانتخاب فى أحد الأصناف الإيطالية حتى الجيل

الخامس، وهو يعد متجانسًا بدرجة كافية، ويصلح لكل من الاستهلاك الطازج وصناعة التعليب، ويتكاثر بالبذور (Basnitzki & Zohary ١٩٨٧).

٣ - تيما ٢٠٠٠ Tema 2000:

صنف إيطالى مبكر، ومقاوم للصقيع، ونوراته بيضاوية يبلغ طولها ٩-١١ سم، ويتراوح وزنها بين ١٤٠، و ٢٠٠ جم، وذات قلب مندمج وتخت لحمى سميك (Tesi ١٩٩٤).

٤ - إميرالد Emerald:

أنتج هذا الصنف بواسطة شركة بذور دى بالمر .D. Palmer Seed Co، وهو - كذلك - يكثر بالبذرة، وأكثر تبكيرًا عن إمبيريال استار بنحو أسبوعين، ولا يحتاج - تقريبًا - إلى أى برودة لكى يثمر.

٥ - بيربل سيسيليان Purple Sicilian:

يحتكر تسويق هذا الصنف شركة دُول للأغذية .Dole Food Co، وهو يكثر بالبذور، ويتحمل الحرارة العالية والبرودة، ونوراته قرمزية اللون.

٦- من الأصناف الأخرى القرمزية اللون المبكرة التى تناسب مناخ منطقة البحر الأبيض المتوسط، ما يلى (عن Mauromicale & Raccuia ٢٠٠٠):

Violet de Provence

Violetto di Sicilia

Violet Margot

الفصل السابع

زراعة الخرشوف وخدمته

الاحتياجات البيئية

التربة المناسبة

يزرع الخرشوف فى مختلف أنواع الأراضى، ولكن تناسبه الأراضى الطميية الثقيلة الغنية بالمادة العضوية الجيدة الصرف. وأنسب pH لنمو النباتات هو ٦,٠، ولا يتحمل الخرشوف ملوحة التربة بدرجة كبيرة، فهو فى درجة حساسية الكوسة لها، كما لا يتحمل سوء الصرف.

تأثير العوامل الجوية

يناسب إنتاج الخرشوف الجو البارد الكثير الضباب، وهو الجو الذى يتوفر فى أكثر المناطق زراعة للخرشوف بمصر، وهى فى محافظة الإسكندرية وشمال محافظة البحيرة، وخاصة فى مركز كفر الدوار. ففى كل هذه الظروف تحصل النباتات على حاجتها من البرودة (الارتباع) وتكون الظروف مثالية لإنتاج نورات مندمجة وغضة لفترة طويلة نسبيًا.

وتلائم الخرشوف درجة حرارة مرتفعة نوعًا ما، مع نهار طويل فى بداية حياة النبات لتشجيع النمو الخضرى، على أن تعقب ذلك درجات حرارة منخفضة نوعًا ما، مع نهار قصير نسبيًا لتشجيع تكوين النورات.

ويلاحظ أن انخفاض درجة الحرارة قليلاً وقت تكوين النورات (٢٤°م نهارًا مع ١٣°م ليلاً) يساعد على تكوين نورات كبيرة الحجم ومندمجة ومقفلة، بينما يؤدى ارتفاع درجة الحرارة – آنذاك – إلى نقص المحصول، وصغر حجم النورات، وصلابة القنابات النورية وتليفها، وتفتحها نحو الخارج، وزيادة نسبة الألياف بها.

ويؤدى الصقيع الخفيف إلى إتلاف النموات الهوائية، والقنابات النورية الخارجية، حيث تتمزق فيها طبقة الجلد، ثم تتلون الأنسجة المزقة - فى خلال أيام قليلة - باللون الأسود. هذا .. بينما يؤدى الصقيع الخفيف المتكرر إلى موت النبات كله (Sims وآخرون ١٩٧٧، و ١٩٧٨).

وقد أظهرت الدراسات احتياج كل من الصنفين إمبيريال استار وجرين جلوب لنحو ١٣٠٠ ساعة من الحرارة الأقل من ١٠°م ليستكملا ارتباعهما. هذا إلا أنه بعد التعرض لنحو ٢٠٠ ساعة فقط من البرودة، أزهرت أكثر من ٨٠٪ من نباتات الصنف إمبيريال استار، مقارنة بنحو ٢٥٪ من نباتات الصنف جرين جلوب، بينما لم يحدث أى إزهار فى الصنفين Grand Buerre، و Talpoit حينما عُرّضا لحرارة تقل عن ١٠°م لمدة ٥٠٠ ساعة. أما الصنف Emerald فلم يحتج لأى برودة لكى يزهر.

وعندما يزرع الخرشوف كمحصول معمر فى المناطق الباردة التى تنخفض فيها الحرارة شتاء عن ٤°م يتعين تقطيع النموات الخضرية فى الخريف بعد انتهاء موسم الحصاد مع تغطية التربة بغطاء من القش أو البلاستيك قبل حلول أول صقيع ويؤدى انخفاض الحرارة لأكثر من -٩°م إلى الإضرار بشدة بتيجان النباتات حتى مع حمايتها من البرودة باستعمال تلك الأغطية.

طرق التكاثر

يتكاثر الخرشوف بالطرق التالية:

تجزئة الجزء القاعدى لسيقان الأمهات

تعتبر هذه الطريقة أكثر الطرق انتشارًا فى الزراعة، وتجزأ فيها سيقان النباتات الأمهات طوليًا إلى أجزاء حسب سمك الساق، بحيث يحتوى كل جزء على برعمين على الأقل. ويستخدم لذلك الجزء القاعدى من الساق الذى يوجد أسفل سطح التربة - والذى يطلق عليه اسم stump، أو crown (شكل ٧-١) - حيث (يقلع) النبات، ثم تزال الأوراق القديمة الجافة، وتقلم الجذور. وتنمو البراعم الإبطية التى توجد بأجزاء الساق عند زراعتها معطية نموات خضرية، وتنمو بقواعدها جذور عرضية ليفية.

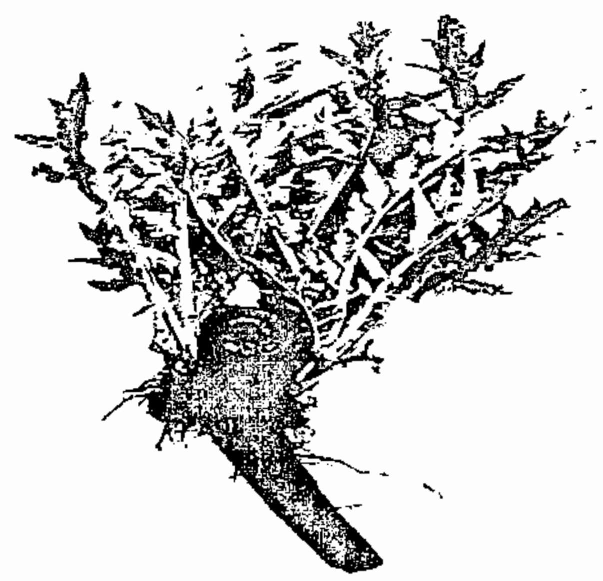
تلزم لزراعة الفدان الواحد بهذه الطريقة نحو ربع إلى ثلث فدان من الزراعة القديمة. يمنع الرى عن المساحة المخصصة لاستعمالها كتقاو، ابتداء من شهر يونيو إلى حين تقليع نباتاتها فى شهرى يوليو، وأغسطس.

يستعمل فى تطهير قطع التقاوى قبل زراعتها محلول مطهر يتكون من ٣ جم ريزولكس تى + ٢ جم توبسن إم ٧٠ + ١,٥ جم ريدوميل بلاس/لتر، تنقع فيه قطع التقاوى لمدة ٢٠ دقيقة قبل زراعتها.

وتكون زراعة أجزاء السيقان فى حفر بعمق ١٥-٢٠ سم، ثم يغطى عليها وتثبت التربة حولها جيدًا.

ويعاب على هذه الطريقة فى الزراعة ما يلى:

١ - شغل مساحة تعادل ربع إلى ثلث المساحة المراد زراعتها لمدة ثلاثة شهور.
٢ - ضعف نسبة الإنبات، حيث لا تزيد غالبًا عن ٥٠٪ مما يستلزم كثرة الترقيع.
٣ - تؤدى كثرة الترقيع إلى عدم تجانس النمو، وتأخير الحصاد.



شكل (٧-١): الجزء القاعدى لساق نبات الخرشوف stump، وقد نمت عليه - بعد زراعته - عدة نموات جانبية من براعم كانت ساكنة. يلاحظ أن الساق التى تظهر فى الشكل لم تجزأ.

وقد أجريت دراسة لمقارنة إكثار الخرشوف بالأجزاء العلوية والوسطى والقاعدية من الساق القديمة (الـ stump)، وذلك بقطعها أفقيًا بمنشار (بدلاً من الطريقة المعتادة للقطع الطولى) وبحيث احتوت كل قطعة على برعم واحد فقط. زرعت تلك القطع فى أصص بلاستيكية، ثم شتلت فى الحقل بعد ذلك فى ١٨ أكتوبر (فى صقلية). وقد وجد أن حوالى ٩٠٪ من إجمالى القطع المزروعة أعطت نباتات ذات مجموع جذرى جيد، إلاّ أن نجاح التجذير والإنبات اختلف باختلاف موقع القطعة المستعملة فى التكاثر والمدة التى مرت منذ الزراعة، حيث كانت نسبة الإنبات (٪)، كما يلى:

عدد الأيام من الزراعة	القطع العلوية	القطع الوسطى	القطع القاعدية
٧	٨	٢٦	٢٧
٢١	٣٧	٥٦	٦٢

هذا .. ولم يكن لموقع القطعة المستعملة فى التكاثر تأثيرًا يذكر على محصول النبات، أو حجم نوراته (Vetrano وآخرون ٢٠٠٠).

التكاثر بالبراعم الساكنة Ovoli (الفكوك)

كثيرًا ما يمكن مشاهدة البراعم الإبطية، وقد تكونت على نموات جانبية متضخمة متصلة بالساق الرئيسية للنبات (stump) تحت سطح التربة، ويكون لها نمو جذرى ليفى ضئيل. وتسمى هذه البراعم لدى فصلها عن ساق النبات، وهى مازالت ساكنة وبطول ٦–١٠ سم – باسم Ovoli. وتستخدم هذه البراعم فى التكاثر على نطاق واسع فى إيطاليا، ولكنها شائعة فى مصر.

الزراعة بالخلفات

يوجد على الجزء السفلى – الذى يوجد تحت سطح التربة – من ساق الخرشوف نحو ١٢–٢٠ برعمًا ساكنًا، ينمو ٦–٨ منها لتكون أفرخًا خضرية offshoots (خلفات)، يمكن استخدامها فى الزراعة. يفضل استخدام الخلفات الكبيرة التى يتراوح طولها من ٢٥–٤٠ سم. تفصل الخلفات عن النبات الأم بجزء من الساق والجذر، ثم تقلم الأوراق، وتزرع. ويمكن تشجيع تكوين الخلفات فى نباتات المزرعة القديمة بـ"قرط" النموات

الخضرية فى شهر مايو، ومنع الرى عنها، ثم ريها فى شهر يونيو. وتكفى لزراعة الفدان بهذه الطريقة نحو ربع فدان من الزراعة القديمة.

وعند استعمال الخلفات فى الزراعة فإن الترديم عليها لا يكون كاملاً حيث تترك القمة النامية للخلفة ظاهرة فوق سطح التربة.

وتستخدم – فى واقع الأمر – كل من طريقتى تقسيم سيقان الأمهات، والخلفات فى زراعة الخرشوف. فيقرط (يقطع حتى قرب سطح التربة) النمو الخضرى فى شهر مايو، ويعطى رية أخيرة فى شهر يونيو، ثم يترك لحين حلول موعد الزراعة؛ حيث تقلع نباتات الأمهات، وتفصل عنها الخلفات الكبيرة، لاستخدامها كتقاو، ثم تجزأ سيقان الأمهات، وتستعمل هى الأخرى كتقاو؛ وبذا .. تكفى لزراعة الفدان نحو ثُمن إلى سدس فدان من الزراعة القديمة. وتجهز التقاوى قبل زراعتها مباشرة. وإذا تطلب الأمر تأجيل الزراعة .. وجب حفظها فى مكان ظليل قليلاً، وتغطيتها بالقش والطمى.

الزراعة بالشتلات الناتجة من الإكثار الخضرى

تقلع نباتات الأمهات – المرغوب فى استعمالها فى الإكثار – فى شهر مايو بعد انتهاء موسم الحصاد مباشرة. تفصل خلفات كل نبات وتقلم جذورها وأوراقها، ثم تقطع ساق النبات الأم إلى جزأين طوليين أو أربعة أجزاء حسب سمك الساق، وتقلم جذورها كذلك. يلى ذلك غمر الخلفات وأجزاء السيقان فى مطهر فطرى (مثل الأرثوسيد، أو الفيتافاكس كابتان، أو الفيتافاكس ثيرام، أو البنليت بنسبة ٠,١٪) لمدة ٢٠ دقيقة بهدف مكافحة أعفان الجذور، ثم تزرع مباشرة فى أرض المشتل (عكاشة وآخرون ١٩٩٥).

هذا .. ولا يفضل إنشاء مشاتل للخرشوف فى الأراضى الرملية، ولكن يمكن عند الحاجة استعمال أكياس بلاستيكية لزراعة التقاوى فيها بدلاً من المشاتل الحقلية. تملأ تلك الأكياس بخلطة تتكون من البيت موس، والرمل، والطمى بنسب متساوية (بالحجم)، مع ضرورة تعقيم الخلطة قبل وضعها فى الأكياس. ويراعى تخصيص مساحة مظللة جزئيًا لمثل هذه المشاتل (مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية ٢٠٠٠).

يسمد كل فدان من المشتل فى الأراضى السوداء بكميات الأسمدة التالية (تضاف قبل الحرثة الأخيرة): ٢٥ م^3 سماد بلدى قديم متحلل، و ١٠٠ كجم سلفات نشادر، و ١٠٠ كجم سوبر فوسفات، و ١٠٠ كجم كبريت زراعى. ويلى ذلك تزحيف الأرض وتخطيطها إلى خطوط بعرض ٦٠ سم، ويفضل أن يكون التخطيط شمالى/جنوبى. وتلزم مساحة ٧٠٠ م^2 من المشتل لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان.

ولأجل حماية الخرشوف من الحرارة العالية وأشعة الشمس القوية وقت زراعة التقاوى .. يزرع الذرة على الجانب الشرقى للخطوط على مسافة ٥٠ سم قبل زراعة الخرشوف بشهر كامل، وتروى الأرض، ثم تعزق وتروى مرة أخرى بعد نحو ١٥ يومًا من زراعة الذرة، ثم يخف الذرة ويسمد بمعدل ٥٠ كجم سلفات نشادر للفدان ويغطى السماد بمسح الخطوط، وذلك بعد نحو ١٥ يومًا أخرى من الزراعة، وحينئذ يكون قد مر شهر كامل على زراعة الذرة وحان وقت زراعة الخرشوف، ويكون ذلك على الريشة الغربية للخطوط، وعلى مسافة ٢٠ سم بين الجورة والأخرى، سواء أكانت خلفات، أم أجزاء طولية من سيقان نباتات الأمهات. وفى الحالة الأخيرة يجب عند الزراعة أن يكون السطح المقطوع من الساق فى اتجاه قناة الخط.

وإذا ما أنشئت مشاتل حقلية فى أراض رملية – وهى غير مفضلة – فإنها تسمد بداية من الأسبوع الثانى من الزراعة بسماد مركب كامل يكون تحليله ١٩-١٩-١٩ بمعدل ١كجم/م^3 من مياه الرى بالتنقيط ٣-٤ مرات أسبوعيًا.

وعندما يكون إنتاج الشتلات فى مخلوط زراعة يتكون من البيت والبرليت والفيرميكيوليت – وهو مخلوط فقير فى عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، فإن المحلول المغذى المستعمل فى تسميد الشتلات يجب أن يحتوى على ١٣٠، و ١٠٠، و ٢٥٠ جزءًا فى المليون من العناصر الثلاثة (الصور العنصرية: N، و P، و K) على التوالى (Elia & Santamaria ١٩٩٤).

توالى النباتات بالخدمة (التخلص من الحشائش والرى المنتظم) بعد زراعة المشتل، وحينما تبلغ النباتات الجديدة مرحلة تكوين الورقة الخامسة يوقف الرى استعدادًا لنقل الشتلات إلى الحقل الدائم بعد ذلك بنحو ١٠ أيام.

ويستغرق نمو النباتات فى المشتل – عادة – (من وقت زراعة تقاوى الخرشوف) حوالى ٥٠–٦٠ يومًا.

تستخدم الشتلات الناتجة من الإكثار بهذه الطريقة فى زراعة الحقل الدائم قبل موعد الزراعة العادى بنحو أسبوعين، مع توقع نسبة عالية نسبيًا لنجاح الشتل لأن الشتلات يكون لها مجموع جذرى جيد يمكنها من الاستمرار فى النمو بعد الشتل وتحمل الحرارة العالية دون أن تتعرض للإصابة بالأعفان.

عند الشتل .. تقلع الشتلات من المشتل بعناية للمحافظة على أكبر قدر من جذورها، ولكن يمكن بعد تقليعها تهذيب الجذور الطويلة جدًا (لتسهيل زراعة الشتلة فى الحقل الدائم وحتى لا تكون تلك الجذور ملتوية عند الزراعة) وتقليم النمو الخضرى دون الإضرار بالقمة النامية للنبات، ولكن يجب عدم إجراء أى تقليم جائر للجذور أو للنموات الخضرية.

ومع تحمل الشتلات للشتل فى شهر يوليو، فإن النباتات التى تنمو منها تبدأ – عادة – فى الإنتاج خلال شهرى نوفمبر وديسمبر.

التكاثر بالبذور

كان استعمال هذه الطريقة فى تكاثر الخرشوف قاصرًا على برامج التربية لإنتاج أصناف جديدة، إلا أن الدراسات العديدة التى أجريت خلال الربع الأخير من القرن العشرين أثمرت عديدًا من الأصناف الجديدة التى تكثر بالبذور.

من أهم مزايا التكاثر بالبذور: المحصول العالى الذى تتميز به الأصناف الجديدة التى تكثر بالبذور، والتخلص من مشاكل الأمراض الفطرية والفيروسية المصاحبة للإكثار الخضرى، وخفض تكاليف الإنتاج.

يحتوى كل جرام من بذور الخرشوف على حوالى ٢٨ بذرة، ويكفى لزراعة الفدان حوالى ١٧٥ جم من البذور. ويفيد فى تحسين نسبة إنبات بذور الخرشوف معاملتها بأى من: الإثريل ethrel، أو حامض الجبريلليك GA_3، أو بالماء الساخن (على حرارة ٥٧°م لمدة ١٠ دقائق).

يلجأ البعض إلى ارتباع بذور الخرشوف وهى مشربة بالماء – ومحفوظة فى بيت موس مبلل وغير منخول – لمدة ٤ أسابيع على حرارة ٢–٤°م، ولكن هذه الطريقة لا تعطى نتائج مؤكدة، والأفضل منها هو معاملة الشتلات ذاتها بالبرودة. وعلى الرغم من أن المدة التى تلزم لارتباع الشتلات غير معروفة على وجه الدقة، إلا أنها تكون – غالبًا – فى حدود ٢–٤ أسابيع على ٤°م.

يجب أن تخطط الزراعة بالبذور بحيث تُجرى قبل الموعد المتوقع لبداية الحصاد بنحو ٥–٦ شهور. وعند زراعة مساحة كبيرة يمكن تقسيم المزرعة إلى ثلاثة أجزاء مع السماح بمرور ثلاثة أسابيع بين كل زراعة والزراعة التالية لها، وذلك لأجل توفير النوعية الجيدة من النورات الكبيرة الحجم لأطول فترة ممكنة خلال موسم الحصاد.

تكون زراعة بذور الخرشوف إما فى شتَّالات ذات عيون واسعة، وإما فى أصص البيت موس (وهى أصص تصنع من البيت موس المضغوط)، تملأ بمخلوط من البيت موس والفيرميكيوليت بنسبة ١:١ حجمًا.

وتعطى معظم الأصناف – عادة – حوالى ٥٠٪ من إنتاجها من النورات فى خلال ٦ شهور من الشتل (Calabrese وآخرون ١٩٩٤).

الزراعة

أولا: فى الأراضى السوداء

يبدأ تجهيز الحقل لزراعة الخرشوف فى الأراضى السوداء مبكرًا فى شهرى مايو، ويونيو، أى فى نفس الوقت الذى تبدأ فيه العناية بحقل إنتاج التقاوى؛ فينثر السماد البلدى بمعدل ٣٠–٤٠ م^3 للفدان، وتحرث الأرض مرتين متعامدتين مع التزحيف، وتفضل إضافة ١٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى أثناء إعداد الأرض. ويلى ذلك إجراء التخطيط بمعدل ٧ خطوط فى القصبتين (أى تكون بعرض متر واحد). يفضل أن يكون التخطيط شرق غرب، مع مسح الريشة الشمالية جيدًا، وهى التى تستخدم فى الزراعة. وتكون الزراعة فى جور بعمق ١٥–٢٠ سم، وعلى مسافة ٨٠–١٠٠ سم من بعضها البعض فى الخط.

تغمس قطع التقاوى – أولاً – فى مطهر خاص لمدة ٢٠ دقيقة؛ لتقليل الإصابة بالأعفان التى تسببها الفطريات. ويمكن استعمال مبيد الفيتافاكس – كابتان لهذا الغرض، بمعدل جرام واحد من المبيد لكل لتر ماء.

توضع قطع التقاوى المعاملة فى الجور المعدة للزراعة على أن تكون رأسية، وبراعمها لأعلى، ومع مراعاة أن يكون السطح المقطوع – فى حالة تقسيم سيقان الأمهات – ناحية مجرى الماء. كما يراعى أن يظل جزء من قطعة التقاوى بارزًا فوق سطح التربة، وأن تكون القمة النامية للخلفات واضحة تمامًا.

تغرس التقاوى فى وجود الماء، أو يروى الحقل عقب الزراعة مباشرة، ويتوقف ذلك على قوام التربة؛ فتجرى الزراعة فى وجود الماء فى الأراضى الخفيفة. أما فى الأراضى الثقيلة .. فتروى الأرض قبل الزراعة بأسبوع، ثم تحفر الجور، وتوضع بها التقاوى، ثم تروى الأرض بعد الزراعة مباشرة.

ثانيا: فى الأراضى الرملية

تتطلب زراعة الخرشوف فى الأراضى الرملية عمل فجاج بعمق حوالى ٣٠–٤٠ سم توضع فيه الأسمدة العضوية (حوالى ٤٠ م^{3} سماد بلدى، أو ٢٠ م^{3} سماد بلدى + ١٠ م^{3} زرق دواجن للفدان)، والأسمدة الكيميائية السابقة للزراعة (١٠٠ كجم سلفات نشادر + ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم + ٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم للفدان)، والكبريت الزراعى (١٠٠ كجم للفدان). تكون هذه الفجاج على مسافة ١٥٠ سم من بعضها البعض (من مركز الفج إلى مركز الفج المجاور له)، وبعد إضافة الأسمدة فيها، يتم التردي على الأسمدة وإقامة مصاطب بارتفاع حوالى ٢٥ سم وعرض حوالى ١٠٠ سم بامتداد مواقع الفجاج. ويلى ذلك مد خراطيم الرى بالتنقيط، ورى الأرض بغزارة لعدة ساعات لأجل تخمير السماد، ثم عمل جور الزراعة فى مركز المصاطب على بعد حوالى ١٠ سم من خرطوم الرى وعلى مسافة ٨٠ سم من بعضها البعض فى المصطبة. تكون الجور بالعمق المناسب حسب طريقة الزراعة، حيث يصل إلى ٢٠–٢٥ سم عند الزراعة بأجزاء السيقان بحيث يتبقى جزء صغير منها – بعد زراعتها – بارزًا فوق سطح التربة، وفى حدود ١٥–٢٠ سم عند التكاثر بالخلفات

أو بالشتلات المنتجة فى المشاتل الحقلية بحيث تبقى القمة النامية للنباتات – بعد زراعتها – فوق سطح التربة، وبعمق حوالى ١٠–١٥ سم عند التكاثر بالشتلات البذرية، بحيث تبقى قمتها هى الأخرى – بعد زراعتها – بارزة فوق سطح التربة.

ويتعين أثناء النمو النباتى الترديم بالتربة حول قواعد النباتات الجديدة أيًّا كانت الطريقة التى أكثرت بها.

مواعيد الزراعة

يزرع الخرشوف فى مصر – عادة – فى منتصف شهر أغسطس إلى منتصف شهر سبتمبر. وقد تبدأ الزراعة من منتصف شهر يوليو فى حالة انخفاض درجة الحرارة فى منطقة الزراعة. وكقاعدة عامة .. فإن الزراعة المبكرة تصاحبها زيادة فى نمو النباتات، والمحصول المبكر والكلى، لكن يعاب عليها ضعف نسبة الإنبات، بسبب تعفن التقاوى عند زراعتها أثناء ارتفاع درجة الحرارة. ويعتبر النصف الثانى من شهر أغسطس موعدًا وسطًا مناسبًا للزراعة.

عمليات الخدمة

الترقيع

ترجع أهمية عملية الترقيع فى الخرشوف إلى الانخفاض الكبير الذى يحدث – عادة – فى نسبة الإنبات. ويستغرق إنبات الخرشوف – عادة – نحو ٤٥ يومًا، وتلك فترة طويلة يمكن أن تؤدى إلى اختلاف كبير فى النمو النباتى فى الحقل بين النباتات التى زرعت فى البداية، وتلك التى استخدمت فى الترقيع؛ لذا .. يوصَى بالعناية بتربية نباتات فى أصص فى موعد الزراعة نفسه؛ لاستخدامها فى الترقيع. وقد تنقل جور بالصلايا من مكانها إلى الحقل المستديم.

العزق ومكافحة الأعشاب الضارة

يجرى العزق فى حقول الخرشوف، بغرض التخلص من الأعشاب الضارة، والترديم على النباتات. تكون العزقة الأولى فى بداية حياة النبات، ويتم فيها التخلص من الحشائش، وتنعيم التربة، وتقليب السماد. أما العزقات الأخرى .. فتكون بعد الرى،

وجفاف التربة إلى الدرجة المناسبة، ويتم فيها نقل جزء من تراب الريشة البطالة إلى الريشة العمالة، حتى تصبح النباتات فى منتصف الخط. ويتوقف العزق بعد ذلك، وتنزع الحشائش باليد.

ومن أهم مبيدات الأعشاب الضارة التى تستخدم فى حقول الخرشوف ما يلى:

١ – التريفلان: يضاف بالرش على سطح التربة قبل الحرثة الأخيرة، بمعدل لتر واحد للفدان، على أن تكون الزراعة بعد أسبوعين من الرش.

٢ – اللينيورون: يضاف قبل الزراعة بأربعة أيام، بمعدل كيلو جرام واحد للفدان، مع التقليب فى التربة، ثم الرى والزراعة.

٣ – الدايرون Diuron بمعدل كيلو جرام واحد للفدان.

٤ – السيمازين Simazine بمعدل ١–٢ كجم للفدان. ويستخدم المعدل المرتفع فى الأراضى الثقيلة.

الرى

يكون الرى فى الأراضى السوداء خفيفًا وكل أسبوع أو عشرة أيام فى الأسابيع الأولى من الزراعة حتى يتكامل الإنبات، وذلك لأن الرى الغزير فى ذلك الوقت يزيد من تعفن التقاوى. وتزيد الفترة بين الريات خلال فصل الشتاء، ثم تقل ثانية ابتداء من شهر مارس، ويمنع الرى خلال شهر مايو بعد انتهاء موسم الحصاد، ثم تأخذ الحقول المخصصة لإنتاج التقاوى رية أخرى فى شهر يونيو.

إذا أجريت الزراعة فى الأراضى الصحراوية .. يفضل إجراء الرى بالرش لمدة ١٠ أيام بعد الشتل، مع الاستعانة بالرى بالتنقيط بعد ذلك وحتى الانتهاء من الحصاد.

يجب أن يكون الهدف من الرى دائمًا توصيل الرطوبة الأرضية فى كل منطقة نمو الجذور إلى السعة الحقلية، مع تجنب تعريض النباتات لأى شدٍّ رطوبى. وفى الأراضى الخفيفة .. يفيد استعمال البلاستيك الأسود كغطاء للتربة فى زيادة عرض المساحة المبتلة.

ويؤدى نقص الرطوبة الأرضية – وخاصة فى مرحلة تكشف النورات – إلى تكوين نورات غير مندمجة.

كما يؤدى نقص الرطوبة الأرضية إلى إصابة نورات الخرشوف بالعيب الفسيولوجى المعروف باسم الأطراف السوداء black tip، حيث تصبح أطراف القنابات الخارجية للنورات الجانبية الصغيرة بلون بنى قاتم ضارب إلى الإسوداد، وجافة، وجلدية. وعلى الرغم من أن الجزء المأكول من النورة لا يتأثر بهذا العيب الفسيولوجى إلا أن النورات المصابة تفقد صلاحيتها للتسويق، كما أن الأنسجة المصابة قد تشكل منفذًا للإصابة بالأعفان.

هذا .. وتزداد حدة الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى فى الجو الصحو الحار عند كثرة الرياح، وهى ظروف تزيد من تعرض النباتات للشد الرطوبى.

التسميد

يعتبر الخرشوف من الخضروات المجهدة للتربة، والتى تبقى فى الأرض لفترة طويلة، وتمتص كميات كبيرة من العناصر. فقد وجد فى إيطاليا أن هكتار الخرشوف (٦٩٠٠ نبات/هكتار) يمتص من التربة ٦٨٦ كجم نيتروجينًا، و ١٩ كجم فوسفورًا، و ٣٠٥ كجم بوتاسيوم، و ١٧٩ كجم كالسيوم، و ٥,٢ كجم حديدًا، و ٠,٢٩ كجم زنكًا، و ٠,١٧ كجم نحاسًا، و ٠,٦٤ كجم منجنيزًا. هذا .. بينما وجد فى جنوب فرنسا أن هكتار الخرشوف (٢٥٠٠٠ نبات/هكتار) يمتص حوالى ٢٧٥، و ٣٩، و ٣٧ كجم من عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم على التوالى (Ryder وآخرون ١٩٨٣).

وعمومًا .. يجب أن يكون الهدف من التسميد الحصول على نباتات قوية قبل أن تبدأ فى الإزهار.

أدى رى نباتات الخرشوف (فى مزرعة لا أرضية) بمحلول هوجلند مغذٍ يحتوى على النيتروجين فى صورة أيون الأمونيوم فقط .. أدى إلى تقزم النمو، واحتراق حواف الأوراق، وذبولها، وضعف النمو الجذرى. وبعد ٤٩ يومًا كانت دلائل النمو عند تباين نسبة النيتروجين الأمونيومى إلى النيتروجين النتراتى، كما يلى:

نسبة النيتروجين الأمونيومى إلى النيتروجين النتراتى	المساحة الورقية (سم٢)	الوزن الجاف (جم/نبات)	كفاءة استخدام الماء (مل ماء/١ جم مادة جافة)
١٠٠: صفر	٧٧	١,٠	٦٢٣
٧٠:٣٠	٩٩٨	١٢,٩	٣٤٠
٣٠:٧٠	٢٤١٥	٣٨,٠	
صفر:١٠٠	١٧٠٠	٢٦,٠	٢٤٣

وتعنى تلك النتائج أن صورة النيتروجين النتراتى هى المفضلة للخرشوف (Elia وآخرون ١٩٩٠).

ويتوقف برنامج تسميد الخرشوف على طبيعة التربة ونظام الرى المتبع، كما يلى:

أولاً: برنامج التسميد فى الأراضى السوداء

يعطى الخرشوف فى الأراضى السوداء كميات الأسمدة التالية للفدان:

١ – أثناء تجهيز الأرض للزراعة: ٢٥م٣ سماد بلدى قديم متحل + ١٠٠ كجم سوبر فوسفات.

٢ – بعد ١,٥ شهر من الزراعة (عند اكتمال الإنبات): ٢٠٠ كجم سلفات أمونيوم + ١٠٠ كجم سوبر فوسفات.

٣ – بعد ذلك بأسبوعين (بعد شهرين من الزراعة): ٧٥ كجم نترات نشادر + ١٠٠ كجم سوبر فوسفات + ٧٥ كجم سلفات بوتاسيوم.

٤ – عند بدء تكوين النورات: ٥٠ كجم نترات نشادر + ٧٥ كجم سلفات بوتاسيوم.

٥ – عند بداية الحصاد: ٥٠ كجم نترات نشادر + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم.

وبذا .. فإن الخرشوف يسمد بكميات العناصر الأولية التالية فى صورة أسمدة معدنية: ١٠٠ كجم N، و ٤٥ كجم P_2O_5، و ١٠٠ كجم K_2O، وهى كميات يحتاجها محصول الخرشوف الذى يبقى فى الأرض لمدة ٩ شهور، والذى يعد من المحاصيل المجهدة للتربة.

ثانيًا: برنامج التسميد فى الأراضى الرملية

كما أسلفنا تحت موضوع زراعة الخرشوف فإن الفدان يسمد قبل الزراعة – فى

الأراضى الرملية – بكميات الأسمدة التالية: ٣٠م٣ سمادًا بلديًا أو ٢٠م٣ سمادًا بلديًا + ١٠م٣ زرق دواجن، و ١٠٠ كجم سلفات نشادر، و ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى، و ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم، و ١٠٠ كجم سلفات مغنيسيوم، و ١٠٠ كجم كبريت زراعى.

ويوصى عرفة وآخرون (٢٠٠١) بتسميد الخرشوف بعد الزراعة فى الأراضى الرملية بإجراء الرى – بالتنقيط – بواحد من محلولين سماديين، هما:

محلول (أ): يحتوى كل متر مكعب منه على ٤٠٠–٦٠٠ جم نترات نشادر (٣٣٪ N)، و ٢٥٠–٣٠٠ جم حامض فوسفوريك (٨٥٪ نقاوة)، و ٤٠٠–٨٠٠ جم سلفات بوتاسيوم، و ١٠٠–١٢٥ جم سلفات مغنيسيوم، و ٥٠–٧٥ جم عناصر صغرى.

محلول (ب): يحتوى كل متر مكعب منه على ٣٠٠–٦٠٠ جم نترات كالسيوم، و ٢٥٠–٤٠٠ جم حامض نيتريك.

يتم التسميد بالمحلول (أ) لمدة يومين، وبالمحلول (ب) فى اليوم الثالث، ويكرر الأمر مرة أخرى، ثم يجرى الرى بالماء فقط – بدون أسمدة – فى اليوم السابع .. وهكذا.

المعاملة بالجبريللين

تؤدى معاملة الخرشوف بالجبريللين قبل الموعد المرتقب للحصاد بنحو ٦–٨ أسابيع إلى التبكير فى إنتاج النورات، ويستخدم لذلك حامض الجبريلليك بتركيز ٢٠–٥٠ جزءًا فى المليون (Snyder وآخرون ١٩٧١، و Ryder وآخرون ١٩٨٣).

وتختلف الأصناف فى استجابتها لهذه المعاملة، فقد وجد De Angelis (١٩٧٠) أن معاملة نباتات الصنف الطويل النهار فرت دى بروفنس Vert de Provence عدة مرات بتركيز ١٢٠ جزءًا فى المليون .. أدت إلى إزهارها أثناء فصلى الخريف والشتاء، وزيادة عدد الأفرع الجانبية على الساق الرئيسية، وزيادة المحصول، وأدت معاملة الصنف المحايد فيولت دى بروفنس Violet de Provence عدة مرات بتركيز ٤٠ جزءًا فى المليون أو أكثر إلى زيادة إنتاج النورات.

وعمومًا يؤدى رش النموات الخضرية للخرشوف بحامض الجبريلليك GA_3

أو GA_{4+7} إلى التبكير فى الحصاد بعدة أسابيع وزيادة تجانس الإزهار. وتُجرى المعاملة – عادة – بالرش ٢–٣ مرات بين الرشة والتالية لها أسبوعين، بمعدل ٢٠ جزء فى المليون وبمقدار ١١٠ لتر من محلول الرش، وبما لا يزيد عن ٦,٦ جم من حامض الجبرلليك للفدان فى كل مرة، ويبدأ الرش بعد الشتل بنحو ٥–٧ أسابيع حينما يكون النمو النباتى بقطر ٤٥–٦٠سم.

ولأجل تأمين محصول جيد من الخرشوف لأطول فترة ممكنة يوصى بتقسيم الحقل المزروع إلى أربعة مساحات يبدأ الرش فى إحداها بعد ٥ أسابيع من الشتل، وفى الثانية بعد ٦ أسابيع أخرى، وفى الثالثة بعد ٧ أسابيع إضافية، بينما تترك الرابعة بدون معاملة.

ويذكر أن معاملة الرش الموصى بها فى كاليفورنيا هى بمعدل ٢٥ ميكروجرام/مل (٢٥ ملليجرام/لتر) فى ٤٠٠–٥٠٠ لتر/هكتار (أى بنحو ١٧٠–٢١٠ لترًا للفدان من محلول رش بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون). تعطى هذه المعاملة فى الخريف وحتى أول نوفمبر (عن Read ١٩٨٢).

وفى كاليفورنيا أدى الرش بالجبريللين مرة واحدة بتركيز ٢٥ أو ٥٠ جزءًا فى المليون فى سبتمبر إلى زيادة أعداد النورات وأحجامها خلال فترة بداية الحصاد من يناير إلى مارس، ولكن المحصول الكلى لم يتأثر بهذه المعاملة.

وإذا ما عوملت النباتات الصغيرة أثناء خروج البراعم الخضرية من سكونها فإن ذلك قد يؤدى إلى تبكير الحصاد بمقدار عدة أسابيع، مع زيادة عدد نورات النبات الواحد جوهريًّا. ويتحقق ذلك خاصة إذا ما تكرر الرش بالجبريللين بعد كل دورة من دورات الإنتاج. كما أمكن زيادة المحصول بمقدار ٣٠–٤٠٪ دون التأثير على التبكير بتأخير الرشة الأولى حتى تصبح البراعم الأولى مرئية (عن Wittwer ١٩٨٣).

وفى دراسة أجريت على زراعات خرشوف حولية من الصنف إمبريال استار فى سان دياجو بكاليفورنيا لم تعط المعاملة بحامض الجبريلليك (GA_3) بتركيز ٢٠ أو ٤٠ جزءًا فى المليون، أو بالجبريللين GA_{4+7} + البنزيل أدنين (كل منهما بتركيز ٢٠ جزءًا فى

المليون) بعد تسعة أسابيع أو أثنى عشر أسبوعًا من الشتل .. لم تعط التبكير والتجانس المطلوبين فى الإنتاج. هذا .. إلاّ أن الرش بحامض الجبريلليك بتركيز ٢٠ جزءًا فى المليون ثلاث مرات كل ١٤ يومًا أحدثت زيادة جوهرية فى كل من المحصول المبكر والكلى، ومحصول النورات الكبيرة، وذلك عند بدء المعاملة بعد الشتل بأربعة أسابيع (Schrader ١٩٩٤).

وفى بيئة حوض البحر الأبيض المتوسط والمناطق الأخرى المماثلة لها .. تحتاج النباتات المكثرة بالبذرة إلى النمو شتاء أو خلال جزء من الشتاء لتحصل على احتياجاتها من البرودة التى تلزم لإزهارها، وتحل المعاملة بالجبريللين محل تلك الاحتياجات؛ بما يسمح بإثمارها فى الخريف (Lin وآخرون ١٩٩١، و Mauromicale & Lerna ١٩٩٥)

وفى إيطاليا أدى رش النباتات وهى فى مرحلة الورقة السادسة - أو قبل ذلك - بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون إلى تبكير الحصاد بمقدار ستة أيام (عن Weaver ١٩٧٢).

وقد أدت المعاملة بالجبريللين فى قبرص إلى تبكير الحصاد بمقدار ثمانية أسابيع وزيادة المحصول بنسبة ٣٠٪، وذلك عندما كان الرش بمقدار ٣٠-٤٥ جم من حامض الجبريلليك للهكتار (١٢,٦-١٨,٩ جم للفدان) كل ثلاثة أسابيع.

وفى الأرجنتين (بنصف الكرة الأرضية الجنوبى) أدت معاملة نباتات الخرشوف بحامض الجبريلليك برشة واحدة بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون فى أبريل ثم برشة أخرى بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون بعد شهر من الأولى إلى زيادة المحصول المبكر جوهريًا وتبكير الحصاد بنحو ٢٠ يومًا (Garcia وآخرون ١٩٩٤).

هذا .. ويمكن أن تؤدى اساءة المعاملة بالجبريللين إلى ضعف النمو النباتى، وزيادة قابلية النورات للإصابة بالأطراف السوداء، وزيادة أضرار العنكبوت الأحمر، واستطالة النورات. تحدث هذه الأضرار إذا أجريت المعاملة قبل موعدها المناسب، أو إذا أجريت بتركيزات عالية، أو إذا كانت الحرارة عالية بصورة غير عادية وقت إجراء المعاملة أو بعد ذلك مباشرة.

تعمير الخرشوف

تجدد زراعة الخرشوف سنويًا فى مصر، إلا أن الخرشوف محصول معمر، ويمكن أن تبقى المزرعة لمدة ١٠ سنوات.

ويوصى – فى حالة تعمير الخرشوف – بمراعاة ما يلى:

١ – يمنع الرى عن الحقل بعد الانتهاء من الحصاد فى شهر مايو.

٢ – تقطع النموات الخضرية عندما تبدأ فى الجفاف حتى سطح التربة أو تحته بقليل (بنحو ١–٢ سم). ونتيجة لذلك تدخل النباتات فى حالة سكون خلال فصل الصيف ولا تنتج لمدة ٣–٤ شهور. ولذلك الإجراء أهميته فى تجنب وضع الحشرات الضارة لبيضها، كما أنه لا يؤثر على المحصول السنوى الكلى الذى تتدهور نوعيته كثيرًا خلال فصل الصيف على أية حال، بسبب ارتفاع درجة الحرارة.

٣ – يروى الحقل بعد ذلك بنحو ٦ أسابيع؛ لتشجيع نمو الخلفات الجديدة.

٤ – التسميد بنحو ٢٠٠ كجم سلفات نشادر للفدان عند بداية نمو الخلفات الجديدة.

ومن أهم مزايا التعمير .. التبكير فى النضج، ولكن يعاب عليه زيادة انتشار الإصابات المرضية والحشرية، وشغل الأرض لمدة ثلاثة أشهر إضافية، وهى الفترة من نهاية الحصاد إلى الزراعة الجديدة.

وتجدر الإشارة إلى أن ترك الخرشوف ليعطى نموات جديدة يعنى بداية دورة جديدة من الإنتاج تكون فيها النورة الأولى – التى فى قمة النموات الجديدة – كبيرة الحجم كما فى الدورة التى سبقتها – ثم تقل أحجام النورات تدريجيًا ... وهكذا.

ويمكن للخرشوف – كنبات معمر – إنتاج النورات على مدى العام إذا كانت الزراعة فى منطقة يسودها جو معتدل الحرارة صيفًا، ومعتدل البرودة شتاء، إلا أن ذلك يتطلب العناية التامة بالنباتات حتى لا تتعرض للإصابات المرضية والحشرية (Sims وآخرون ١٩٧٧).

يفضل – دائمًا – تجديد الزراعات المعمرة كل ٤–٧ سنوات؛ ذلك لأنه بعد سنوات قليلة من النمو ومعاودة النمو يصبح النمو الجذرى شديد الإزدحام؛ مما يؤدى إلى فقد النباتات لقوة نموها.

الفصل الثامن

فسيولوجيا الخرشوف

التأثير الفسيولوجى للملوحة الأرضية

أظهرت دراسة أجريت على الخرشوف فى تربة صودية أن الحد الأقصى للملوحة الذى تحملته النباتات (سواء بالنسبة لمحصول النورات أو النمو الخضرى) كان ٢,٧ ديسى سيمنز/م بالنسبة لملوحة مياه الرى، و ٤,٨ ديسى سيمنز/م بالنسبة لملوحة مستخلص التربة المشبع. وبزيادة مستويات الملوحة عن ذلك .. تناقص المحصول بنسبة ١٤,٤٪، و ١٠,٧٪ مع كل زيادة مقدارها وحدة ديسى سيمنز/م فى ملوحة كل من مياه الرى ومستخلص التربة المشبع، على التوالى، وكانت تلك النسب أعلى من نظيراتها للوزن الطازج للنمو الخضرى؛ مما يعنى أن النمو الخضرى أقل حساسية لملوحة التربة ومياه الرى عن المحصول. هذا .. وقد استمرت النباتات فى البقاء وإنتاج الخلفات فى ملوحة بلغت ٢١,٨ ديسى سيمنز/م لمستخلص التربة المشبع (Graifenberg وآخرون ١٩٩٣).

وفى دراسة أخرى (Francois ١٩٩٥) .. لم يتأثر محصول النورات حتى وصلت ملوحة مستخلص التربة المشبع إلى ٦,١ ديسى سيمنز/م، وأعقب ذلك نقص المحصول بمقدار ١١,٥٪ مع كل زيادة مقدارها وحدة ملوحة؛ مما يعنى أن الخرشوف يعد من المحاصيل المتوسطة التحمل للملوحة. هذا وقد كان مرد التأثير السلبى للملوحة على المحصول إلى النقص الذى أحدثته فى وزن النورات وليس فى أعدادها. كذلك أظهرت هذه الدراسة – كسابقتها – أن النمو الخضرى للخرشوف كان أكثر تحملاً لزيادة الملوحة عن محصول النورات. وقد ازداد محتوى نصل الأوراق وعرقها الوسطى من الكلوريد بازدياد الملوحة.

وقد انخفض محصول الخرشوف بنسبة ٦٠٪ بسبب الملوحة عند زيادة درجة

التوصيل الكهربائى لمياه الرى من ١,٥ إلى ٦,٢ ديسى سيمنز/م (Malach وآخرون ١٩٩٦).

احتياجات البرودة (الارتباع)

يتطلب الإنتاج الحولى للخرشوف ارتباع النباتات لكى تزهر، ويكون ذلك عن طريق تعريض الشتلات للحرارة المنخفضة إما تحت ظروف متحكم فيها، وإما تحت الظروف الطبيعية فى الربيع فى المناطق الباردة. وقد أدت معاملة ارتباع الشتلات على حرارة ١٣°م ليلاً ونهارًا إلى زيادة أعداد النباتات التى اتجهت نحو إنتاج النورات من كل من الصنفين إمبريال استار وجرين جلوب المكثرين بالبذرة، وكذلك إلى زيادة محصولهما المبكر، مقارنة بالنباتات التى لم تعط شتلاتها معاملة البرودة. وذلك عندما كانت الزراعة (فى ولاية نيويورك) بعد دفء الجو فى ١٥ مايو. أما عندما كان الشتل فى بداية شهر مايو فإن البرودة الطبيعية التى تعرضت لها النباتات بعد الشتل كانت كافية لارتباعها، ولم تكن لمعاملة الشتلات بالبرودة قبل زراعتها فى ذلك الموعد أى تأثير إضافى. هذا .. ولم تكن لمعاملة التعريض للبرودة أى تأثير على أحجام النورات المنتجة (Rangarajan وآخرون ٢٠٠٠).

وفى معظم زراعات الخرشوف بالولايات المتحدة لا تزهر – خلال الموسم الأول للزراعة من النباتات المكثرة بواسطة البذور – سوى نسبة بسيطة بسبب عدم حصولها على القدر الكافى من البرودة لارتباعها.

وفى فرجينيا .. تمت مقارنة أربعة أصناف زرعت بالبذور، هى: إمبريال استار Imperial Star، وتالبيوت Talpoit، وجرين جلوب إمبروفد Green Globe Improved، وجراند بيرّى Grand Beurre. وقد وجد أن جميع نباتات الصنفين إمبريال استار وتالبيوت أزهرت بعد حصولها على ١٣٥٦ ساعة من البرودة على أقل من ١٠°م وبعد ٢٠٥ ساعات فقط من البرودة أزهرت ٨٣٪ من نباتات إمبريال استار مقارنة بنسبة إزهار قدرها ٢٥٪ فى الصنف جرين جلوب إمبروفد، بينما لم تزهر أى من نباتات الصنفين تالبيوت وجراند بيرّى بعد تعرضها لمدة ٥٢٨ ساعة من البرودة. وفى جبال غرب فرجينيا – حيث الحرارة شديدة الانخفاض خلال الربيع – كانت نباتات الصنف

إمبريال استار هى الوحيدة – من بين نباتات الأربعة أصناف – التى حصلت على كفايتها من البرودة عندما شتلت فى أوائل شهر مايو، وأزهرت فى أواخر الصيف وبداية الخريف. هذا .. بينما لم تزهر أى من النباتات التى شتلت فى شهر يونيو (Welbaum ١٩٩٤).

المحتوى الكيميائى

تحتوى بذور الخرشوف على زيت بنسبة ٢٠,٥٪، وهو زيت نصف جاف غنى فى الأحماض الدهنية غير المشبعة، وذات درجة تصبين عالية، وعالى الحموضة، ويمكن استعماله فى صناعة الصابون والشامبوهات، وورنيش تلميع الأحذية، ولكنه لا يصلح للاستهلاك الآدمى إلا بعد تنقيته (Miceli & Leo ١٩٩٦).

وبمقارنة الصنف البلدى مع الصنفين جرين جلوب Green Globe، ولارج جرين Large Green تحت الظروف المحلية، كان الصنف البلدى أقلها فى محتوى الإنيولين فى الجزء المأكول وأعلاها فى محتوى الألياف، والصنف لارج جرين أعلاها فى محتوى السينارين Cynarin فى كل من الأوراق والجزء المأكول، والصنف جرين جلوب أعلاها فى محتوى الإنيولين (Okasha وآخرون ١٩٩٧).

وقد عزلت من نباتات الخرشوف المزروعة محليًّا (فى مصر) الفلافونات flavones التالية (Hammouda وآخرون ١٩٩٣):

Apigenin-7-0-glucoside	Luteolin
Cynaroside	Scolymoside

العيب الفسيولوجى: البقع السوداء

يؤدى نقص الكالسيوم فى التخت النورى إلى إصابته بالعيب الفسيولوجى الذى يعرف باسم البقع السوداء black spots، وأهم مظاهرة تكون بقع محددة موضعية سوداء اللون، وتزداد شدة الإصابة مع زيادة نقص الكالسيوم فى التخت النورى. وتكون النباتات المصابة باى من فيرس الخرشوف الكامن artichoke latent virus أو فيرس ذبول الفول الرومى broad bean wilt virus أكثر تعرضًا للإصابة بالبقع السوداء؛ ذلك

لأن الإصابة بأى من الفيروسين تقلل المحتوى المائى النسبى للأوراق التى يزداد فيها معدل النتح من جراء الإصابة الفيروسية، وما يترتب على ذلك من نقص فى معدل وصول الكالسيوم إلى التخت النورى. كذلك وجد أن خفض معدل النتح فى الأوراق إما باستعمال شباك مضادة للرياح، وإما بالرش بمضادات النتح تؤدى إلى زيادة المحتوى المائى النسبى للأوراق ومحتوى الكالسيوم بالتخت النورى، وخفض الإصابة بالبقع السوداء جوهريًا (Morzadec وآخرون ١٩٩٨أ، ١٩٩٨ب).

ويزداد تعرض القنابات الداخلية لنورة الخرشوف لنقص الكالسيوم فى حالات زيادة الملوحة الأرضية. وتزداد قابلية تلك القنابات - التى تعانى من نقص الكالسيوم - للإصابة بفطر البوتريتس *Botrytis cinerea* وبكتيريا العفن الطرى *Erwinia* spp. وقد أدت زيادة ملوحة مياه الرى عن ٢ ديسى سيمنز/م (١٢٨٠ جزءًا فى المليون) إلى نقص أعداد النورات الصالحة للتسويق بنسبة ٢٠٪ على الأقل، بينما أدت زيادة الملوحة عن ١٠ ديسى سيمنز/سم (٦٤٠٠ جزء فى المليون) إلى نقص الأعداد الصالحة للتسويق بنسبة ٥٠٪ .

ويعتقد بأن نقص الكالسيوم فى نورات الخرشوف يرجع إلى عدم تجانس توزيع الكالسيوم بين أجزاء النورة بسبب الانخفاض الشديد لمعدل النتح فى القنابات الداخلية. وتزداد حدة هذه المشكلة عند ازدياد الملوحة الأرضية التى تؤدى إلى خفض الضغط الجذرى (Francois وآخرون ١٩٩١).

الفصل التاسع

حصاد وتداول وتخزين وتصدير الخرشوف

النضج والحصاد

يتوقف حجم النورة المناسب للحصاد على الصنف، إلاّ أن النورات الأولى التى ينتجها النبات تكون قليلة العدد، وكبيرة الحجم، وذات نوعية جيدة، ثم تزيد بعد ذلك أعداد النورات المنتجة، ويقل حجمهما، وتتدهور نوعيتها. وتتميز النورات التى فى طور النضج المناسب للحصاد بأن قناباتها تكون ملتفة نحو الداخل، وبأن أزهارها تكون صغيرة، وبيضاء اللون، وعلى شكل وبر ناعم. وإذا تركت النورات دون حصاد .. فإن حامل النورة يتصلب، وتزداد نسبة الألياف به، كما تتصلب القنابات وتتفتح نحو الخارج؛ وبذا تفقد النورة اندماجها، وتصبح متليفة وغير صالحة للاستعمال.

هذا .. وأيًّا كان حجم النورات – الذى يقل تدريجيًّا مع تقدم موسم الحصاد – فإنها لا تزداد فى الحجم بعد بلوغها مرحلة النمو المناسبة للحصاد.

ويتراوح عمر النورة الصالحة للقطف ما بين ٣٥، و ٥٠ يومًا من بدء تكشفها كنورة، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة، حيث تطول الفترة فى الجو البارد.

وعمومًا .. فإن الخرشوف يبدأ فى إنتاج النورات بعد حوالى أربعة أشهر من الزراعة، ويستمر لمدة خمسة أشهر. ويبدأ الحصاد فى الزراعات المبكرة فى شهر نوفمبر بأعداد قليلة جدًا، تزيد – تدريجيًّا – إلى أن يبلغ الإنتاج أقصاه فى شهر أبريل.

يفضل حصاد نورات الخرشوف فى الصباح الباكر، ولكن بعد زوال الندى، وتوضع النورات التى يتم حصادها إما فى كيس يعلق على ظهر العامل، وإما فى صندوق بلاستيكى كبير، وفى نهاية كل خط تُفَرَّغ تلك العبوات فى عبوات أكبر، لتنقل بعد ذلك إلى مكان التجميع الرئيسى.

ويراعى عند القطف، ما يلي:

١ – عدم وضع النورات المقطوفة على الأرض، وإنما توضع مباشرة في عبوات الجمع المخصصة لذلك، ومع مراعاة عدم تعبئتها في عبوات الأسمدة الكيميائية.

٢ – عدم إلقاء النورات في العبوات، وإنما توضع فيها برفق.

٣ – عدم تكويم النورات فوق بعضها بعد الجمع – سواء أكان ذلك في الحقل، أم أثناء النقل إلى محطة التعبئة، أم في محطة التعبئة ذاتها – وذلك تجنبًا لحدوث الكدمات والجروح فيها.

٤ – سرعة نقل النورات بعد حصادها إلى محطة التعبئة، مع حمايتها من الشمس قبل النقل وأثناؤه.

٥ – إزالة جميع الأوراق التي قد توجد على الحامل النوري (مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية ٢٠٠٠).

تحصد النورات بقطعها بسكين مع جزء من حامل النورة، يبلغ طوله حوالي ١٠–٢٠ سم. يكون الجمع في بداية الحصاد كل أسبوع أو أسبوعين، ثم تقل الفترة بين الجمعات – تدريجيًّا – إلى أن يصبح الجمع مرتين إلى ثلاث مرات أسبوعيًّا في نهاية موسم الحصاد خلال شهري مارس، وأبريل. وينتج النبات الواحد من ١٠–١٨ نورة، بمعدل حوالي ٥٠–٦٠ ألف نورة للفدان.

يجب التخلص من السيقان (حوامل النورات) المسنة بمجرد الانتهاء من حصاد جميع النورات التي تحمل عليها، لأجل السماح بنمو سيقان جديدة.

التداول

من أهم عمليات التداول بعد الحصاد، ما يلي:

الفرز والتدريج

يتم أولاً استبعاد النورات غير الصالحة للتصدير، وهي التي تكون أصغر – أو أكبر حجمًا عما ينبغي، والمخالفة للصنف، وغير المندمجة، والتي يظهر عليها أي نوع من الأضرار الميكانيكية، أو الفسيولوجية، أو الحشرية، أو المرضية.

ويدرج الخرشوف – عادة – بعد الحصاد مباشرة حسب حجم النورة، ثم على أساس

النوعية داخــل كـل فئـة مـن فئـات الحجـم. ويمكـن الرجـوع إلى Seelig & Charney (١٩٦٧) بخصوص مواصفـات رتـب الخرشـوف المسـتعملة فـى الولايـات المتحـدة، وإلى OECD .. (١٩٧١) بخصوص مواصفات رتب الخرشوف الدولية.

وعمومًا .. فإن الأحجام التى يتم التدريج والتعبئة على أسـاسها، تكون كما يلى:

فئة الحجم (العدد فى الكرتونة)	قطر النورة (سم)
١٨	< ١١,٣
٢٤	١١,٣-١٠
٣٦	١١,٣-٨,٨
٤٨	٨,٨-٧,٥
٦٠	٧,٥-٦,٩
صغير (< ٦٠)	٦,٩-٢,٥

ويزداد الطلب على فئات: ١٨، و ٢٤، و ٣٦، وخاصة ١٨، و ٢٤.

التعبئة والعبوات

يعبأ الخرشوف – عادة – سائبًا فى كراتين بالعدد، بحيث يتراوح الوزن الصافى لكل كرتونه بين ١٠، و ١٢,٥ كجم.

ويراعـى أن تكـون عبـوات الخرشـوف سـليمة، وجافـة، ونظيفـة، ومتينـة، وقويـة الأركان، وخالية من الروائح. وتكون العبوات الكرتونية – عـادة – ٢٨ سم عرضًا × ٥٠ سم طولاً × ١٨ أو ٢٥ سم عمقًا، حسب عدد طبقات النورات التى تعبأ بالعبوة.

ويمكن خفض الفقـد الرطوبـى بتشـميع العبـوات الكرتونيـة، أو تبطينـها بغشـاء مـن البوليثين المثقب (يحتوى على حوالى ٥٤٠ ثقب – بقطر ٦ مم – لكل مـتر مربـع). وتعـد هذه الثقوب ضرورية للسماح بصـرف الماء النـاتج عـن ذوبـان الثلـج المجـروش ولتبـادل الغازات.

ويراعى عند التعبئة ما يلى:

١ – أن تجرى فى مكان نظيف ومظلل، مع مراعاة عدم ترك نورات الخرشوف علـى الأرض أو فى كومات مرتفعة.

٢ – أن تكون أحجام النورات متماثلة طبقًا للحجم المدون على العبوة.

٣ – أن تتم التعبئة برفق وعناية، مع مراعاة عدم الضغط على النورات، لا أثناء التعبئة، ولا عند إغلاق العبوة.

٤ – أن يتم تبادل رؤوس وأعناق النورات فى ٢–٣ طبقات.

٥ – أن تكون العبوة ممتلئة بالقدر المناسب دونما زيادة أو نقصان؛ ذلك لأن المغالاة فى تعبئتها يؤدى إلى انبعاجها، بينما يؤدى نقص تعبئتها إلى كثرة تحرك النورات فيها عند تعرض العبوات للاهتزازات أثناء النقل، وفى كلتا الحالتين تزداد احتمالات إصابة النورات بالكدمات والجروح.

التبريد الأولى

يعتبر التبريد الأولى Precooling – حتى ٢–٤°م – من أهم عمليات التداول قبل التسويق أو التخزين؛ وتجرى بعد الحصاد بفترة وجيزة، بغرض التخلص من حرارة الحقل. وهى تتم إما بطريقة الدفع الجبرى للهواء، وإما باستخدام رذاذ الماء البارد (طريقة الـ hydrocooling)، وإما بالتفريغ vacuum precooling، وقد تجرى بإضافة الثلج المجروش إلى العبوات. وتتوقف سرعة التبريد على حجم النورات، حيث تبرد النورات الصغيرة بسرعة أكبر من النورات الكبيرة.

وقد أدى تبريد نورات الخرشوف مبدئيًا بالماء البارد المضاف إليه حامض الأسكوربيك بتركيز ٥٠٠ جزء فى المليون ثم التعبئة فى أغشية بلاستيكية (MY20) إلى المحافظة على جودة القنابات ونضارتها لمدة أسبوعين على ٣°م، ثم لمدة أسبوع إضافى على ١٠°م، دون أن تحدث تغيرات لونية بالقنابات أو التخت النورى (Mencarelli وآخرون ١٩٩٣).

التخزين

يمكن تخزين الخرشوف لمدة ٢–٣ أسابيع بحالة جيدة فى درجة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية تتراوح من ٩٥–١٠٠٪. ويجب ألا تزيد درجة حرارة التخزين عن ٥°م، تجنبًا لإصابة النورات بالعفن؛ إذا إن الإصابة بالفطر *Botrytis cinerea* تزداد بارتفاع

درجة حرارة التخزين، كما يمكن خفض الإصابة بالعفن أثناء التخزين بتداول النورات بحرص؛ حتى لا تكثر بها الجروح (Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

أدت تعبئة نورات الخرشوف فى أكياس بلاستيكية أثناء تخزينها إلى زيادة فترة احتفاظها بجودتها إلى ١٤ يومًا على ١٠°م وإلى ٢٨ يومًا على ٢°م، مقارنة بفترة صلاحية للتخزين مدتها ٧ أيام فقط فى الهواء (بدون تعبئة فى الأكياس) على أى من درجتى الحرارة. هذا .. ولم يؤثر طول عنق النورة (مقطوع تمامًا أو بطول ١٥ أو ٣٠ سم) على التغيرات اللونية التى تصاحب التدهور فى النوعية ولكن وجوده قلل من الفقد فى الوزن (Passam وآخرون ١٩٩٩).

وقد جرت محاولات لتخزين الخرشوف لفترات أطول فى جو متحكم فى مكوناته، تنخفض فيه نسبة الأكسجين إلى ٣٪، وتزيد به نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ٣٪ أيضا، مع الاحتفاظ بدرجة الحرارة عند ١–٢°م. وقد اختلفت نتائج الدراسات بخصوص التركيز الأمثل للغازين فى الهواء، وتراوحت من ٣–١٥٪ أكسجينًا، ومن ٢–٧٪ ثانى أكسيد الكربون. ويجب ألا تقل نسبة الأكسجين عن ٢٪، وإلا تسبب ذلك فى تحلل النورات، وتغير لونها من الداخل إلى اللون الأسود.

وعمومًا .. فإن الظروف المثلى لتخزين الخرشوف هى ٣٪ أكسجين، و ٣٪ ثانى أكسيد كربون، وحرارة ١–٢°م، حيث تحتفظ النورات بجودتها لمدة شهر كامل. ويحدث ذلك التأثير الإيجابى – أساسًا – بسبب تقليل تلك الظروف لظاهرة تلون القنابات باللون البنى (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

فسيولوجيا بعد الحصاد

معدل التنفس

نظرًا لأن نورات الخرشوف تحصد قبل اكتمال نضجها (أى وهى مازالت فى حالة من النمو النشط)، فإن معدل تنفسها يكون عاليًا، لذا .. يتعين خفض درجة حرارتها إلى الصفر المئوى خلال فترة وجيزة بعد الحصاد، علمًا بأنها تظل تتنفس بمعدل عالٍ نسبيًا (٢٣–٤٥ مجم CO_2/كجم فى الساعة) حتى على الصفر المئوى.

ويتوقف معدل تنفس نورات الخرشوف على درجة الحرارة، كما يلى (Suslow & Cantwell ٢٠٠٠ - شبكة الإنترنت):

الحرارة (°م)	معدل التنفس (سم³ ثانى أكسيد كربون/كجم فى الساعة)
صفر	٨-٢٢
٥	١٣-٣٠
١٠	٢٢-٤٩
١٥	٣٨-٧٢
٢٠	٦٧-١٢٦

إنتاج الإثيلين والحساسية له

إن معدل إنتاج نورات الخرشوف للإثيلين منخفض جدًا ويقل عن ٠,١ ميكروليتر لكل كيلوجرام فى الساعة على ٢٠°م.

ويعتبر الخرشوف قليل الحساسية للإثيلين الذى قد تتعرض له النورات من مصادر خارجية.

التلون البنى

فى محاولة لتفسير ميكانيزم التلون البنى فى نورات الخرشوف - التى لم تتعرض للكدمات أو للخدوش الميكانيكية -- والمخزنة فى الحرارة المنخفضة .. اقترح أن الحرارة المنخفضة تؤدى إلى زيادة الفينولات، وبخاصة حامض الكلوروجنك Chlorogenic acid كنتيجة لزيادة نشاط إنزيم Phenylalanine ammonina-lyase، و أن حامض الكلورجنك (الذى يتم تمثيله فى البلاستيدات الخضراء) يؤدى إلى إطلاق أيون Fe^{2+} من الفِرّيتين ferrctin (المخزن فى البلاستيدات الخضراء). وفى الظروف المساعدة على الأكسدة .. يؤدى ذلك إلى إنتاج معقد حامض الكلوروجنك مع أيون Fe^{3+} الرمادى اللون، والذى يتغير بعد ذلك إلى اللون البنى (Lattanzio وآخرون ١٩٩٤).

أضرار التجمد

يظهر التجمد البسيط على صورة بثرات بالقنابات مع تلونها باللون البرونزى، أما

التجمد الشديد فإنه يؤدى إلى اكتساب القنابات مظهرًا مائيًا، مع تلون قلب النورة باللون البنى القاتم واكتسابه مظهرًا جيلاتينيًا.

يبدأ تجمد نورات الخرشوف على حرارة -١,٢°م.

التصدير

يمتد موسم تصدير الخرشوف من ديسمبر إلى مارس.

وينص القانون المصرى على أن نورات الخرشوف المصدرة يجب أن تكون سليمة كاملة الحراشيف، وفى درجة مناسبة من النضج غير متليفة، ونظيفة ذات لون طبيعى، وغير مبللة، وألا يقل طول الحامل النورى عن ١٠ سم، ولا يزيد عن ٢٠ سم. وتجوز تعبئة الخرشوف بحامل نورى، يقل عن ١٠ سم فى حالة الشحن بالطائرة، أو بثلاجات البواخر. ويجب ألا يزيد عدد النورات فى الكيلوجرام عن ست، وألا تزيد نسبة العيوب التجارية - وهى اصفرار الحراشيف الخارجية أو جفافها - على ٥٪ بالعدد. كما يجب أن تكون النورات متماثلة الأحجام. ويسمح بالتجاوز فى اختلاف أحجام النورات بنسبة لا تزيد على ١٠٪ بالعدد، كما يسمح بالتجاوز بنسبة لا تزيد على ٥٪ من وزن النورات فى الطرد الواحد.

ويعبأ الخرشوف فى صناديق خشبية أو كرتونية، أو فى سلال من الغاب، أو أقفاص الجريد. ويحدد القانون مواصفات كل نوع من العبوات. ويجب أن تكون العبوات سليمة، ومتينة، وجافة، ونظيفة، وخالية من الرائحة، ومتماثلة فى النوع والشكل والحجم والوزن. تفرش الصناديق الخشبية عند القاع والغطاء وبين طبقات الخرشوف بورق الزبدة أو البارشمنت، أما فى حالة التعبئة فى أقفاص الجريد أو سلال الغاب .. تبطن العبوات من جميع الجهات بورق الكرفت أو الكرتون. وتتم التعبئة بتبادل الرؤوس والأعناق بكيفية تملأ فراغ الطرد، بحيث تكون ثابتة غير مضغوطة. وفى حالة تعبئة الخرشوف بأعناق أقل من ١٠ سم .. يجب ألا يزيد عدد الطبقات عن طبقتين. وفى حالة التعبئة بأعناق من ١٠-٢٠سم .. يجب ألا يزيد عدد الطبقات على ثلاث طبقات.

ويجب أن تتوفر فى نورات الخرشوف المعدة للتصدير إلى السوق الأوروبية المشتركة، ما يلى:

١ – أن تكون سليمة، وطازجة المظهر، ولا يبدو عليها أى مظهر للذبول.

٢ – أن تكون خالية من أى تدهور يؤثر على جودتها أو صلاحيتها للتخزين.

٣ – أن تكون نظيفة وخالية من أى مواد غريبة وآثار المركبات الكيميائية.

٤ – أن تكون خالية من الروائح الغريبة والطعم غير المقبول.

تدرج نورات الخرشوف – تبعًا لصفات الجودة – إلى ثلاث رتب كما يلى:

١ – رتبة الإكسترا Extra:

تتميز نورات رتبة الإكسترا بأعلى درجات الجودة، ويجب أن تكون نوراتها مقفلة جيدًا وذات لون مطابق للون الصنف، وأن تكون خالية تمامًا من أى عيوب، بما فى ذلك أى تخشب فى قواعدها.

٢ – رتبة الدرجة الأولى Class I:

تتميز نورات الدرجة الأولى بالنوعية الجيدة، ويجب أن يكون شكلها مماثلاً لشكل الصنف، والنورات مقفلة جيدًا، وألا يكون بقواعدها أى تخشب. كذلك يجب أن تكون نوراتها خالية من أى عيوب باستثناء الشقوق البسيطة التى يسببها الصقيع، والكدمات والخدوش السطحية جدًا.

٣ – رتبة الدرجة الثانية Class II.

يجب أن تكون نورات الدرجة الثانية صالحة للتسويق، ولكنها يمكن أن تكون متفتحة قليلاً. كما يمكن أن تظهر بها العيوب التالية: التشوهات البسيطة، وأضرار الصقيع، والكدمات والخدوش البسيطة، والتلون البسيط غير الطبيعى بالقنابات الخارجية، وبداية التخشب فى الجزء القاعدى.

تدرج نورات الخرشوف حسب أقطارها عند أسمك جزء منها. ويعتبر التدريج التالى بيانه إجبارى بالنسبة لرتبتى الإكسترا والدرجة الأولى، ولكنه اختيارى بالنسبة للدرجة الثانية، وتبعًا له .. تدرج النورات حسب أقطارها إلى الفئات التالية:

١٣ سم أو أكثر.

١١ سم إلى أقل من ١٣ سم.

٩ سم إلى أقل من ١١ سم.

٧,٥ سم إلى أقل من ٩ سم.

٦ سم إلى أقل من ٧,٥ سم.

أما نورات الدرجة الثانية التى لم تدرج تبعًا لهذا التقسيم، فإنها تدرج إلى ثلاث فئات كما يلى:

١٣ سم أو أكثر.

٩ سم إلى أقل من ١٣ سم.

٦ سم إلى أقل من ٩ سم.

ويسمح بفئة حجمية يتراوح قطرها من ٣,٥ سم إلى أقل من ٦ سم من صنفين فقط من الخرشوف، هما: Poivrade، و Boquet.

ويسمح بتجاوزات فى العدد وصفات الجودة فى الرتب المختلفة، كما يلى:

رتبة الإكسترا:

يسمح بنسبة ٥٪ من النورات بالعدد لا تكون مطابقة لمواصفات رتبة الإكسترا، ولكن تتحقق فيها شروط الدرجة الأولى.

رتبة الدرجة الأولى:

يسمح بنسبة ١٠٪ من النورات بالعدد لا تكون مطابقة لمواصفات رتبة الدرجة الأولى، ولكن تتحقق فيها شروط الدرجة الثانية.

رتبة الدرجة الثانية:

يسمح بنسبة ١٠٪ من النورات بالعدد لا تكون مطابقة لمواصفات الدرجة الثانية، ولكنها تكون صالحة للاستهلاك.

أما تجاوزات الحجم فإنه يسمح فى كل عبوة بالتجاوز بنسبة ١٠٪ بالعدد من النورات التى لا تكون من الحجم المحدد لنورات العبوة، ولكن مع ضرورة أن تكون تلك النورات من الحجم التالى مباشرة- بالزيادة أو بالنقصان - لحجم نورات العبوة،

وعلى ألا يقل قطرها عن ٥ سم فى العبوات التى تحتوى على أصغر الأحجام وهى التــى تتراوح أقطارها بين ٦، و ٧,٥سـم.

هذا .. ولا يسمح باى تجاوزات حجمية فــى الخرشوف مـن صنفـى: Poivrade، و Boquet.

كذلك لا يجب أن تزيد تجاوزات النوعية والحجم معًا نسبة ١٠٪ فى رتبة الإكسترا، ونسـبة ١٥٪ فى الدرجتين الأولى والثانية.

ويجب أن تكون جميع نورات كل عبوة من صنف واحد.

الفصل العاشر

أمراض وآفات الخرشوف ومكافحتها

الذبول الطرى

يظهر مرض الذبول الطرى damping-off – سواء أكان سابقًا للإنبات pre-emergence، أم بعده post –emergence – عند إكثار الخرشوف بالبذور الحقيقية، وهو مرض يتماثل مع ذات المرض الذى يصيب الخس من حيث المسببات، والأعراض، والظروف المناسبة للإصابة، وطرق المكافحة.

عفن التقاوى

تتعفن تقاوى الخرشوف بعد زراعتها؛ نتيجة لإصابتها بعدد من الفطريات، من أهمها: الفطر *Corticium rolfsii* (= *Sclerotium rolfsii*)، والفطر *Diplodia musae*، وكلاهما واسع الانتشار، وخاصة على محاصيل الخضر.

يلاحظ فى حالة العفن الاسكلروشيومى ظهور قرحة بنية قاتمة على قطع التقاوى، أو على النموات الحديثة الناتجة منها، ثم تنتشر الإصابة بسرعة، لتصاب قطعة التقاوى كلها بالعفن الطرى، وتأخذ لونًا بنيًّا فاتحًا. وقد تصاب النباتات النامية أحيانًا، وتتكون قرح مماثلة على الساق تحت مستوى سطح التربة مباشرة، سرعان ما تتغطى بطبقة قطنية بيضاء من غزل الفطر، ويتبع ذلك امتداد الإصابة لأعلى، وتغير لون الأنسجة المصابة إلى اللون البنى الفاتح، واصفرار الأوراق، وتلف المجموع الجذرى، ويكون الفطر أجسامًا حجرية صغيرة ذات لون بنى فاتح على قاعدة الساق فى نهاية الموسم. أما العفن الديبلودى .. فإنه يؤدى إلى تحلل أنسجة قطع التقاوى من الخارج إلى الداخل، ويحول قطعة التقاوى إلى هيكل أسود متعفن.

يعيش الفطر *C. rolfsii* من موسم لآخر على صورة أجسام حجرية فى التربة. أما الفطر *D. musae* .. فيقضى فترة السكون فى بقايا النباتات، وقطع التقاوى المصابة

أو المتحللة، وتلائم درجة الحرارة العالية والرطوبة الأرضية العالية المرض (العروسى وآخرون ١٩٨٦).

وللوقاية من أعفان التقاوى، يراعى ما يلى:

١ – استبعاد النباتات المصابة عند اختيار الأمهات التى تستعمل كتقاوى.

٢ – تطهير قطع التقاوى المستعملة بالغمر لمدة ٢٠ دقيقة فى أى من المبيدات: فيتافاكس ٣٠٠، أو فيتافاكس كابتان، أو بنليت، أو هوماى، أو توبسن م ٧٠ بتركيز جرام واحد من أى منها فى اللتر. كذلك تستخدم فى التطهير المبيدات: ريزولكس تى، والبريفكيور، والريدوميل.

٣ – تطهير السكين المستعملة فى قطع الأمهات إذا ما استعملت فى قطع نباتات مصابة.

٤ – تستعمل المبيدات السابقة كذلك – بالتركيزات ذاتها – فى رش النباتات، أو مع ماء الرى بالتنقيط كعلاج للمرض قبل استفحاله.

أعفان الجذور

تسبب أعفان الجذور بعض الفطريات التى تعيش فى التربة، مثل *Fusarium* spp.، و *Rhizoctonia solani*.

وتكافح أعفان الجذور باستعمال أى من المبيدات التى أسلفنا الإشارة إليها تحت مكافحة أعفان التقاوى، حيث ترش بها قواعد النباتات، أو تضاف إلى التربة، وأفضل وسيلة لذلك هى إضافتها مع مياه الرى بالتنقيط.

البياض الدقيقى

يسبب الفطر *Leveillula taurica* مرض البياض الدقيقى Powdery Mildew الذى يعد من أهم أمراض الخرشوف فى مصر، كما يصيب الفطر عددًا من الخضر الأخرى، منها: الفلفل، والباذنجان، والطماطم.

تظهر الأعراض على جميع الأجزاء الخضرية للنبات على صورة بقع صغيرة دقيقية بيضاء على السطح السفلى للأوراق، تقابلها على السطح العلوى مناطق باهتة. ومع تقدم

الإصابة .. تزداد البقع فى العدد والمساحة، إلى أن تلتحم مع بعضها البعض، وتعم السطح الورقى كله. وتؤدى الإصابة إلى اصفرار الأوراق وجفافها، وضعف النباتات المصابة.

يتميز الفطر المسبب للمرض عن فطريات البياض الدقيقى الأخرى بأنه ينمو بينيًا داخل الأنسجة، مرسلاً ممصات كروية صغيرة داخل الخلايا لامتصاص الغذاء. ويكون الفطر حوامل كونيدية طويلة مقسمة، تخرج خلال الثغور، وتحمل فى طرفها جرثومة كونيدية مفردة، تسقط قبل أن تكون الجرثومة التالية. ولا يخرج الميسيليوم، وينمو – سطحيًا – على بشرة العائل إلاّ قرب نهاية الموسم.

يمكن للجراثيم الكونيدية للفطر أن تنبت فى هواء تبلغ رطوبته النسبية ٣٠٪، ولا تناسبها الرطوبة الجوية العالية. وأنسب الظروف لإنباتها هى رطوبة نسبية تتراوح بين ٥٥ و ٧٥٪، ودرجة حرارة حوالى ٢٦°م. ويساعد التسميد الآزوتى الغزير على زيادة القابلية للإصابة بالفطر المسبب للمرض.

ويكافح المرض بالرش بالمبيدات الفطرية المناسبة.

ومن المبيدات التى يمكن استعمالها لأجل الوقاية من المرض، ما يلى:

الداكونيل بتركيز ٠,٢٥٪.

الكوبروزان ٣١١ بمعدل ١–١,٥ كجم فى ٤٠٠–٦٠٠ لتر ماء للفدان.

الكومابروب بتركيز ٠,٢٥٪.

ومن المبيدات التى يمكن استعمالها فى علاج الإصابة، ما يلى:

السومى أيت بمعدل ٥٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

السابرول بمعدل ١٥٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

كالكسين ٧٥٪ بمعدل ٦٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

التوباس بمعدل ٤٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

الدومارك بمعدل ٥٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

ويراعى تكرار الرش كل ١٠–١٥ يومًا حسب شدة الإصابة والظروف الجوية.

عفن بوتريتس

يصيب الفطر *Botrytis cinerae* نورات الخرشوف عند بداية تكوينها؛ مما يؤدى إلى جفافها وظهور نمو رمادى مسحوقى من جراثيم الفطر عليها. وتزداد الإصابة فى ظروف ارتفاع الرطوبة الجوية.

ويكافح عفن بوتريتس برش النورات بمجرد ظهورها بالرونيلان أو بالروفرال بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، مع تكرار الرش كل أسبوعين إذا لزم الأمر.

الأمراض الفيروسية

يصاب الخرشوف بأربعة فيروسات، هى:

- فيرس موزايك الخرشوف Artichoke Mosaic Virus.
- فيرس تبرقش الخرشوف Artichokle Mottle Virus.
- فيرس تجعد وتقزم الخرشوف Artichoke Curly Dwarf Virus.
- فيرس الخرشوف الكامن Artichoke Latent Virus.

كثيرًا ما توجد الإصابات الفيروسية مختلطة معًا فى النبات الواحد، ومن أهم أعراضها: الموزايك، والتبرقش، والتجعد، والتقزم، وضعف النمو، ونقص المحصول، وتغير لون النورات.

تنتقل معظم تلك الفيروسات – مثل فيرس الخرشوف الكامن – الذى يعد من أكثرها انتشارًا على مستوى العالم – بواسطة عدة أنواع من المن. لا تظهر للإصابة بهذا الفيرس أعراضًا واضحة، ولكنه يؤدى إلى نقص المحصول نتيجة لصغر حجم النورات التى تنتجها النباتات المصابة، ونقص عددها (Manzanares وآخرون ١٩٩٥).

الحشرات

دودة ورق القطن

تُحدث الأعمار المختلفة لدودة ورق القطن *Spodoptea littoralis* ثقوبًا فى أوراق النبات، وخاصة الأوراق المحيطة بالنورات، كما تتغذى كذلك على الأجزاء الداخلية الغضة للنورات الحديثة، وتؤدى إلى إتلافها. تبدأ الإصابة بالحشرة فى شهر أكتوبر وتشتد خلال شهرى نوفمبر وديسمبر.

تكافح دودة ورق القطن بالرش بأى من: اللانيت ٩٠٪، أو النيودرين ٩٠٪.

كذلك يمكن استخدام المبيد الحيوى البكتيرى دايبل إكس، أو إيكوتيك بيو، أو بروتكتو، أو أجرين بمعدل ١٠٠ جم من أى منها/١٠٠ لتر ماء.

المنّ

يصاب الخرشوف بعدة أنواع من المنّ، منها من الخرشوف *Brachycaudus hylichrysti*.

يتجمع المن - وخاصة من الخوخ الأخضر *Myzus persicae* - على السطح السفلى للأوراق؛ مما يؤدى إلى تجعدها، كما يفرز عليها مادة عسلية تنمو عليها فطريات رمية. تشتد الإصابة بالمن فى شهرى أكتوبر ونوفمبر.

يكافح المن بالرش بالملاثيون ٥٧٪ بمعدل لتر واحد للفدان، أو بالأكتلك ٥٠٪ بمعدل ١,٢ لتر للفدان، مع ضرورة وقف استعمالها قبل بداية الحصاد بما لا يقل عن أسبوعين.

كذلك يفيد فى مكافحة المن استخدام بدائل المبيدات، مثل إم بيد ٤٩٪ بمعدل لتر واحد لكل ١٠٠ لتر ماء، والديتيرجنت السائل بمعدل ٢٥٠ مل (سم^{3})/١٠٠ لتر ماء، والزيوت المعدنية الخفيفة (مثل: كيميسول، وسوبر مصرونا، وكزد أويل، وسوبر رويال) بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، وزيت ناتيرلو بمعدل ٦٢٥ مل (سم^{3})/ ١٠٠ لتر ماء (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٧).

الذبابة البيضاء

يصاب الخرشوف فى الجو الدافئ بالذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*، وتشتد الإصابة فى الفترات التى تسودها رطوبة نسبية عالية. وقد أسلفنا مناقشة أضرار الذبابة البيضاء وطرق مكافحتها ضمن آفات الخس فى الفصل الأول.

صانعات الأنفاق

تكافح صانعات الأنفاق بالرش بمبيد البانكول ٥٠٪ بمعدل ١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو بمبيد الفيرتميك ١,٨٪ بمعدل ٥٠ مل (سم^{3})/١٠٠لتر ماء.

حفار ساق الباذنجان

تحفر يرقات حفار ساق الباذنجان *Euzophora osseatella* في الساق الرئيسية للنبات وفروعها، وتشاهد الثقوب على السيقان، حيث يظهر إلى جوارها براز اليرقات. تؤدى الإصابة إلى جفاف السيقان وتكسرها.

الدودة القارضة

تؤدى الإصابة بالدودة القارضة *Agrotis ipsilon* إلى قرض ساق النبات عند سطح التربة؛ مما يؤدى إلى موتها. وتشاهد يرقات الحشرة وهى على شكل حلقة فى التربة عند قاعدة النباتات المصابة.

وتكافح الدودة القارضة باستعمال الطعم السام الذى يتكون من ١,٢٥ لتر هوستاثيون ٤٠٪ + ٢٥ كجم ردة + ٣٠ لتر (١,٥ صفيحة) ماء.

نطاط أوراق البطاطس

تؤدى إصابة الخرشوف بنطاط أوراق البطاطس *Empoasca discipiens* إلى اصفرار الأوراق، وتشاهد الحشرات – وهى سريعة الحركة – على امتداد العرق الوسطى للورقة

أبو دقيق الخبازى

تعرف الإصابة بأبى دقيق الخبازى *Vamessa cardui* بوجود ثقوب على أوراق النباتات وظهور خيوط عليها. وهذه الحشرة كبيرة نوعًا، إذ تبلغ المسافة بين الجناحين الأماميين منبسطين من ٥–٦ سم، والأجنحة ملونة بألوان زاهية بنية، وحمراء، وسوداء، وبيضاء. واليرقة – وهى الطور الضار – ذات لون أسود، ويوجد على كل من جانبيها خط أصفر باهت متقطع، توجد على سطحها العلوى والجانبيين مجموعات من الأشواك الطويلة القوية، مُرَتبة ترتيبًا منظمًا على الجسم. تضع الفراشة بيضها فرديًا على أوراق النباتات. يفقس البيض بعد ٣–٥ أيام إلى يرقات تتغذى على الأوراق، وتفرز خيوطًا حريرية، ترتبط بها الأجزاء المتبقية من الأوراق المصابة. وتعذر اليرقات على الأوراق. (حماد والمنشاوى ١٩٨٥). وتقاوم الحشرة بالرش بالفالكسون، أو بالجاردونا.

ذبابة الخرشوف

تُحدث ذبابة الخرشوف *Acanthiophilus helianthi* أنفاقًا فى قنابات نورة الخرشوف وتختها؛ مما يؤدى إلى تشوهها وعدم صلاحيتها للاستهلاك.

تشتد الإصابة في الجو الحار سواء أكان ذلك في النورات المبكرة في نوفمبر، أم عند ارتفاع درجة الحرارة في أواخر مارس وأبريل.

وتكافح ذبابة الخرشوف بالرش بالزيوت المعدنية الخفيفة، أو باللانيت ٩٠٪.

العنكبوت الأحمر

تظهر الإصابة بالعنكبوت الأحمر *Tetranychus urticae* على صورة بقع صفراء على الأوراق تتحول تدريجيًّا إلى اللون البنى، ويظهر بها خيوط العنكبوت وأفراده بجميع الأطوار، وفى نهاية الأمر تجف الورقة وتموت.

ويكافح العنكبوت الأحمر بالرش بالكالثين الزيتى ١٨,٥٪ بمعدل لتر واحد للفدان، أو بالأورتس ٥٪ بمعدل ٥٠ مل (سم^{٣})، أو بالنيرون ٥٠٪ بمعدل ١٠٠مل + $^{٣}/_{٤}$ لتر زيت معدنى خفيف أو ٤٠٠ مل ناتيرلو/١٠٠ لتر ماء.

كذلك يمكن المكافحة باستعمال الفيرتميك ١,٨٪ بمعدل ٢٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء، أو أى زيت معدنى صيفى خفيف بمعدل ١,٥ لتر/١٠٠ لتر ماء، أو الزيت الطبيعى ناتيرلو بمعدل ٨٠٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

القواقع

تعيش القواقع snails على أجزاء النبات، وتتغذى عليها محدثة بها ثقوبًا كبيرة. ومن أهم مظاهر الإصابة وجود القواقع ذاتها ونواتج إخراجها على النموات النباتية. تبدأ الإصابة بالقواقع فى شهرى نوفمبر وديسمبر، وتتزايد أعدادها بشدة بعد ذلك حتى شهر أبريل.

تكافح القواقع بالرش بالأكتليك ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لتر للفدان بداية من ظهور الإصابة، مع ضرورة التوقف عن الرش قبل بداية الحصاد بمدة لا تقل عن أسبوعين (عكاشة وآخرون ١٩٩٥، ومشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية ٢٠٠٠).

الفصل الحادى عشر

البامية

تعريف بالمحصول وأهميته

تعتبر البامية أحد محاصيل الخضر المحببة لدى المستهلك العربى، والتى تنتشر زراعتها فى معظم أرجاء الوطن العربى. وهى تعد أهم محاصيل الخضر التى تتبع العائلة الخبازية Malvaceae.

تضم العائلة الخبازية نحو ٥٠ جنسًا، و ١٠٠٠ نوع، وتتميز بأن نباتاتها عشبية، وشجيرية، أو شجرية، وتحتوى سيقانها على ألياف غالبًا، وأوراقها بسيطة، وذات أذينات، وراحية التعريق. والأزهار كبيرة عادة، ومميزة، وظاهرة، ومنتظمة. يتكون التويج من خمس بتلات، والكأس من خمس سبلات ملتحمة عند القاعدة. الأسدية عديدة، وملتحمة من خيوطها على شكل أنبوبة تحيط بالقلم، ويتكون المتك من فص واحد، والمبيض علوى. التلقيح خلطى بالحشرات إلاّ أن بعض الأنواع ذاتية التلقيح. والثمرة علبة عديدة الغرف، والبذور إندوسبرمية. والفلقات مطوية غالبًا (Purseglove ١٩٧٤).

تعرف البامية فى الإنجليزية بالأسماء: okra، و lady's finger. وبينما تعرف البامية فى الولايات المتحدة باسم gumbo، فإن ذلك الاسم تكنى به غالبًا الأطباق التى تدخل فيها البامية. هذا بينما تعرف البامية فى الفرنسية باسم gombo، وفى اللغة الهندية Hindu باسم bhendi. وتعرف البامية علميًّا باسم *Abelmoschus esculentus* (L.) Moenth.، وكانت تعرف سابقًا باسم *Hibiscus esculentus* L..

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن موطن البامية كان فى أفريقيا الاستوائية فى المنطقة التى تضم الآن الحبشة والسودان. وقد انتشرت زراعة البامية من الحبشة إلى شمال أفريقيا، ومنطقة شرق

البحر المتوسط، وشبه الجزيرة العربية، والهند، وقد زرعت البامية فى هذه المناطق منذ مئات السنين، حيث ذكرت زراعتها فى مصر منذ عام ١٢١٦ الميلادى. كما أدخلت زراعتها فى أوروبا فى القرن الثالث عشر، ثم إلى أمريكا حوالى منتصف القرن السابع عشر (Asgrow Seed Company ١٩٧٧). وللمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة البامية يراجع Hedrick (١٩١٩)، و Boshi & Hardas (١٩٧٦).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

يحتوى كل ١٠٠ جم من ثمار البامية الطازجة على ٨٨,٩ جم رطوبة، و ٣٦ سعرا حراريًا، و ٢,٤ جم بروتينًا، و ٠,٣ جم دهونًا، و ٧,٦ جم كربوهيدرات كلية، وجرام واحد ألياف، و ٠,٨ جم رمادًا، و ٩٢ ملليجرام كالسيوم، و ٥١ ملليجرام فوسفورًا، و ٠,٦ ملليجرام حديدًا، و ٣ ملليجرام صوديوم، و ٢٤٩ ملليجرام بوتاسيوم، و ٤١ ملليجرام مغنيسيوم، و ٥٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,١٧ ملليجرام ثيامين، و ٢١ ملليجرام ريوفلافين، و ملليجرام واحد نياسين، و ٣١ ملليجرام حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). ويعنى ذلك أن البامية تعد من الخضر الغنية جدًا بالريبوفلافين، والنياسين، وتعتبر غنية نسبيًا بالكالسيوم، ومتوسطة فى محتواها من المواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، وفيتامين أ، وحامض الأسكوربيك.

وتبعًا لـ Lamont (١٩٩٩) .. فإن البامية تؤكل منها – إلى جانب الثمار – الأوراق والنموات القمية الصغيرة الغضة (تستعمل مطهية فى غرب أفريقيا وجنوب شرق آسيا)، كما أن بذورها الناضجة تحمص وتطحن وتستعمل كبديل للبن أو تضاف إليه (كما فى السلفادور ودول أمريكا الوسطى، وأفريقيا، وماليزيا)، كذلك تعد البذور مصدرًا لكل من الزيوت (تبلغ نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة وخاصة حامضى اللينوليك linoleic والأوليك oleic – فيها ٧٠٪) والبروتين (الذى تتراوح نسبته بين ١٨٪، و ٢٠٪). وتستعمل البذور فى عمل خثرة curd تكون كريمية أو صفراء اللون. وللبامية استعمالات صناعية كذلك، تتضمن: صناعة لب الورق من سيليلوز النبات، واستخراج الهلام النباتى mucilage من الثمار، وهو الذى يستعمل كمادة ناشرة فى صناعة الورق.

الأهمية الاقتصادية

بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالبامية على مستوى العالم فى عام ١٩٩٨ حـوالى ١,٧٩ مليون فدانًا، وكانت أكبر الدول من حيث المســاحة المنزرعـة، هـى: الهـنـد (٩١٢ ألـف فدان)، ثم نيجيريا (٦١٩ ألف فدان)، ثم غانا (٦٧ ألف فـدان)، ثـم العـراق (٤٤ ألـف فدان)، فالباكسـتان (٣٠ ألـف فـدان)، فالمملكـة العربيـة السـعودية (٢٣ ألـف فـدان)، فالمكسيك (١٦ ألف فدان)، فتركيا (١٥ ألف فدان)، فمصـر (١٣ ألـف فـدان). وكـانت أكثر الدول العربية الأخرى زراعة للبامية، هى اليمن (٧ آلاف فدان)، ولبنـان (٤ آلاف فدان)، والأردن (ألفا فدان)، بينما شغلت الولايــات المتحـدة المركـز الحـادى والعشـرين على مستوى العالم من حيث المساحة المنزرعة (٢٢٦ فدان). هذا إلاّ أن الولايات المتحدة كانت الأولى على مستوى العالم من حيث متوسـط إنتاج الفدان (٩,٢٩ أطنان)، وتلاها فى الترتيب – من الـدول التـى أسـلفنا الإشـارة إليـها – مصـر (٥,٧٣ أطنـان)، فالباكسـتان (٣,٦٨ أطنان)، فـالعراق (٣,٤١ أطنـان)، فلبنـان (٣,١٥ أطنـان)، فـالهند (٢,٦٩ طـن) (موقع منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة على الإنترنت – عام ١٩٩٩).

وبلغ إجمالى المساحة المزروعة بالبامية فــى مصـر عـام ٢٠٠٠ حـوالى ١٤٢٧٨ فـدان، وكان متوسـط الإنتاج ٦,٤ أطنان. وكانت الغالبية العظمى من المساحة المزروعة فى العـروة الصيفية، حيث لم يزرع فى العـروة الخريفيـة سـوى حـوالى ٤,٤٪ مـن إجمـالى مسـاحة البامية. كما كان إنتاج الفدان منخفضًا فى العروة الخريفية، حيث بلغ ٤,٧ أطنان مقابل ٦,٥ أطنان فـى العـروة الصيفيـة (الإدارة المركزيـة للاقتصـاد الزراعـة – وزارة الزراعـة – جمهورية مصر العربية ٢٠٠٠).

الوصف النباتى

البامية نبات عشبى حوالى، إلاّ أنه قد يستمر ناميًا لمدة سـنتين فـى المنـاطق الحـارة. ويبين شكل (١١–١) الأجزاء المختلفة لنبات البامية.

الجذور

يتكون المجموع الجذرى للبامية من جذر أولى، وعدد من الجذور الجانبيــة الرئيسـية التى تنمو أفقيًا، ولا تقل أهمية عن الجذر الأولى. يصل عـدد هـذه الجـذور الجانبيـة إلى

نحو ٢٥ جذرًا، وتنتشر بتفرعاتها الكثيفة لتشغل العشرين سنتيمتر العلوية من التربة. يصل الانتشار الأفقى للجذور الجانبية عند بدء تكوين البراعم الزهرية إلى مسافة ١٥-٧٥ سم من قاعدة النبات، ويصل تعمقها حينئذ لمسافة ٢٠ سم، بينما يكون الجذر الأولى قد تعمق لمسافة ٦٠ سم. وعند اكتمال النمو النباتى .. يصل تعمق الجذر الأولى لمسافة ١٣٥ سم، ويبلغ سمكه بالقرب من سطح التربة نحو ٥ سم كما تنتشر الجذور الجانبية أفقيًا لمسافة ١٨٠ سم، وينمو بعضها رأسيًا بعد ذلك إلاّ أنها لا تتعمق كثيرًا فى التربة كما تنمو بعض الأفرع الجذرية على الجذر الأولى على عمق أكثر من ٢٠ سم. وتنمو هذه الأفرع أفقيًا أيضًا لمسافات كبيرة، ثم تتعمق كثيرًا فى التربة بعد ذلك (١٩٢٧ Weaver & Bruner)

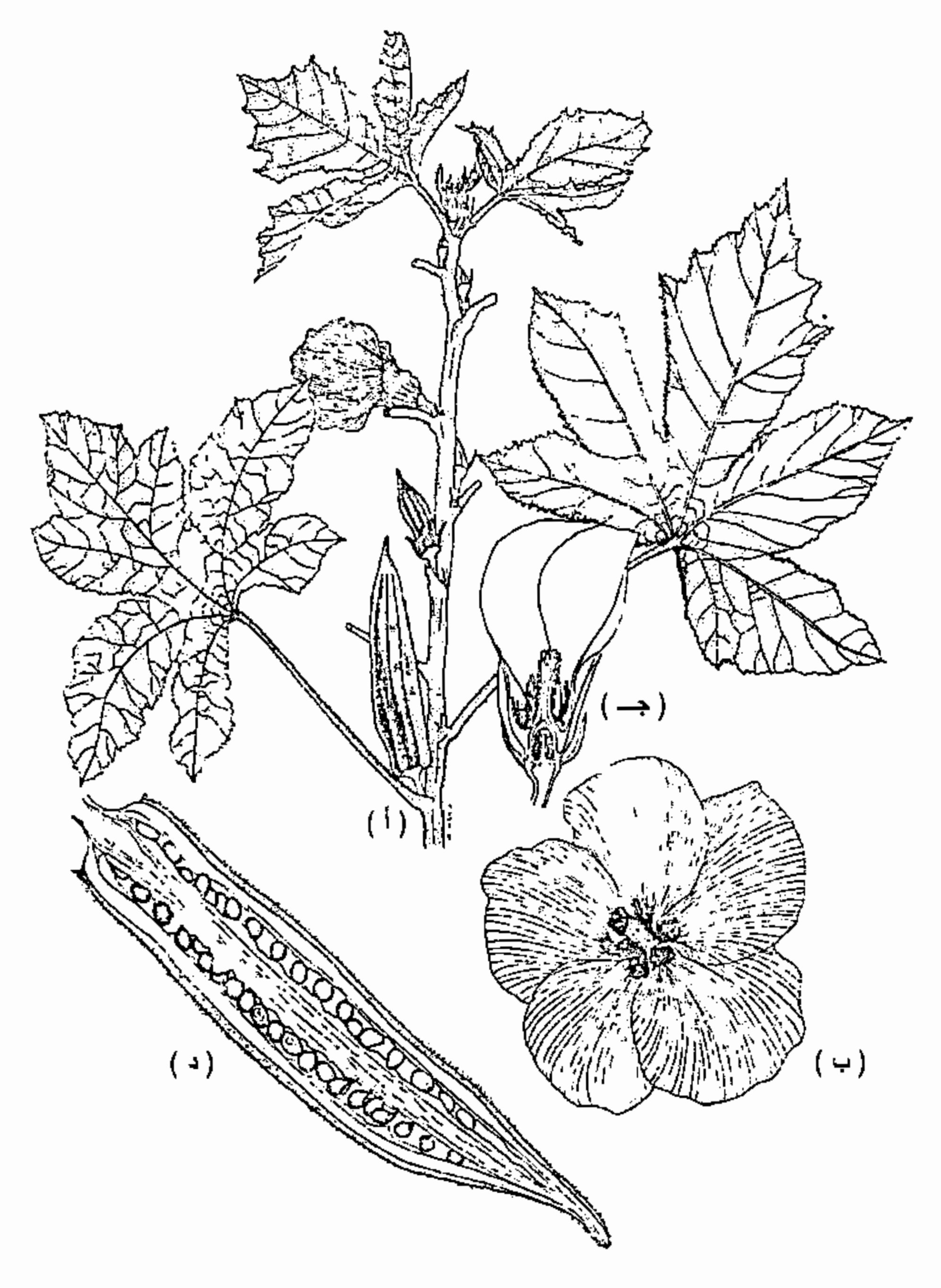
الساق والأوراق

ساق نبات البامية قائمة يصل طولها إلى ٤٥-١٨٠ سم أو أكثر حسب الأصناف تتخشب الساق بكبر النبات فى السن، وتوجد عليها شعيرات خشنة. وتتفرع الساق إلى عدة أفرع بالقرب من قاعدة النبات، وتنمو هذه الأفرع رأسيًا.

يبلغ قطر الأوراق الكبيرة نحو ٢٠ سم، وهى مفصصة إلى ٣-٥ فصوص أو أكثر. يختلف عمق التفصيص باختلاف الأصناف من طفيف جدًا إلى عميق جدًا. تعريق الورقة راحى، وعنقها طويل. وتوجد شعيرات حادة على سطح الأوراق وأعناقها

الأزهار والتلقيح

تحمل أزهار البامية فردية فى آباط الأوراق. وتظهر أولاً بأول من قاعدة النبات نحو قمته على الساق الرئيسية وجميع الأفرع. والزهرة خنثى ولها وريقات كثيرة تحت الكأس، والذى يتكون من خمس سبلات، والتويج من خمس بتلات. والأسدية ملتحمة من خيوطها، وتكوّن أنبوبة سدائية تحمل المتوك كزوائد صغيرة على امتداد طولها. ويتكون المبيض من خمس غرف أو أكثر، يوجد بكل منها عدد كبير من البويضات. يوجد القلم داخل الأنبوبة السدائية. والميسم مقسم إلى عدة فصوص (استينو وآخرون ١٩٦٤).



شكل (١١-١): الأجزاء المختلفة لنبات البامية. (أ) الأوراق وجزء من ساق نبات مثمـــر، و (ب) الزهرة، و (جــ) قطاع طولى فى الزهرة، و (د) قطاع طولى فى الثمرة.

تتفتح أزهار البامية بعد الشروق بفترة قصيرة، وتظل متفتحة حتى الظهيرة تقريبًا. تذبل البتلات بعد الظهر، وتسقط فى اليوم التالى عادة، وتتفتح المتوك بعد تفتح الأزهار بنحو ١٥-٢٠ دقيقة.

التلقيح الذاتى هو السائد، ولكن النبات يعتبر خلطى التلقيح جزئيًّا نظرًا لحدوث نسبة من التلقيح الخلطى بالحشرات، تختلف باختلاف الأصناف، وموسم الزراعة، والمنطقة الجغرافية، وشدة النشاط الحشرى، وتتراوح غالبًا بين ٤٪، و ١٨٪، إلاّ أن المدى يمكن أن يتراوح بين صفر ٪، و ٦٠٪ (McGregor ١٩٧٦، و Hamon & Sloten ١٩٨٩). وتزور حشرة النحل أزهار البامية بحرية تامة. وفى إحدى الدراسات تراوحت نسبة التلقيح الخلطى يبين نباتات الخطوط المتجاورة بين ٨٪، و ٩٪، ولكنها انخفضت بشدة بزيادة المسافة، ووصلت إلى ٢٣ ١٪ عندما كانت المسافة بين الأمهات ومصدر حبوب اللقاح الغريبة عنها ٧ أمتار (Gill وآخرون ١٩٩١). وفى البرازيل - حيث تزداد شدة النشاط الحشرى - قدرت نسبة التلقيح الخلطى فى إحدى الدراسات بنحو ٤٢٪ (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

الثمار والبذور

ثمرة البامية علبة مقسمة من الخارج ببروزات طولية إلى خمسة أقسام أو أكثر. وتوجد هذه البروزات فى المسافات - بين الحواجز - التى تفصل المساكن عن بعضها البعض وتغطى الثمرة من الخارج بشعيرات تختلف فى خشونتها باختلاف الأصناف، ويتراوح طول الثمرة الناضجة من ١٠-٣٠ سم، وتتخشب الثمرة عند النضج عند البروزات الطولية الخارجية، وتنتثر منها البذور.

البذور كروية صغيرة يبلغ قطرها نحو ٠,٥ سم، ولونها أخضر قاتم إلى بنى قاتم، ويبقى الحبل السرى متصلاً بها.

الأصناف

تقسيم النبات

تقسم أصناف البامية حسب الصفات التالية:

١ – طول النبات، حيث توجد أصناف قصيرة يتراوح طولها بين ٩٠ و ١٢٠ سم، وأصناف طويلة يتراوح طولها بين ١٨٠ و ٢٤٠ سم.

٢ – ملمس القرون، حيث توجد أصناف بها أشواك spiney، وأصناف ناعمة وخالية من الأشواك spineless. وقد ظهرت طفرة بامية خالية من الأشواك فى ثمانينيات القرن التاسع عشر، وتم منذ ذلك الحين إدخالها فى عديد من الأصناف التجارية.

٣ – تضليع القرون، حيث توجد أصناف مضلعة بوضوح. وأخرى ملساء تمامًا smooth ومستديرة المقطع.

٤ – لون القرون، حيث يختلف اللون من الأبيض الكريمى إلى الأخضر القاتم والأحمر.

المواصفات المطلوبة فى أصناف البامية

إن من أهم الصفات التى يهتم بها المربى فى أصناف البامية الحديثة – وغالبيتها من الهجن – ما يلى:

١ – النبات القصير (النصف متقزم semidwarf).

٢ – قلة التفريع.

٣ – التفصيص المتوسط للأوراق ليمكن رؤية الثمار بوضوح عند الحصاد.

٤ – النضج المبكر.

٥ – لون القرون الأخضر القاتم.

٦ – بطء تكوين الألياف بالقرون.

٧ – خلو القرون من الأشواك.

ويفضل فى أصناف التصنيع بالتجفيف أن تكن قرونها قصيرة، ذات لون أخضر قاتم، بينما يفضل فى أصناف التصنيع بالتعليب أن تحتفظ قرونها بلونها الأخضر، وأن يقل محتواها من كل من الهلام النباتى والألياف، كما يفضل فى أصناف التصنيع أن تكون أعناق ثمارها سهلة القصف، بحيث يمكن فصل الثمار بسهولة عن أعناقها التى تترك على النبات عند الحصاد. ومن أصناف التصنيع الهامة Emerald، و Louisana Green Velvet، و White Velvet (عن Lamont ١٩٩٩).

الأصناف الهامة ومواصفاتها

إن أهم أصناف البامية التى تنتشر فى الزراعة محليًا وعالميًا، ما يلى:

١ – الإسكندرانى أو الرومى:

الثمار ملساء لونها أخضر فاتح، والزغب الموجود عليها ناعم.

٢ – البلدى:

توجد منه سلالة قصيرة، وأخرى طويلة. والثمار مضلعة، لونها أخضر قاتم، وعليها زغب شوكى خشن. تتليف الثمار بسرعة إن لم تجمع وهى صغيرة.

٣ – البلدى الأملس:

سلالة ظهرت كطفرة من الصنف البلدى وانتخبت فى كلية الزراعة – جامعة القاهرة. وهى تتشابه مع الصنف البلدى فى المحصول وصفات النبات، وتتميز عنه بثمارها الملساء الخالية من الأشواك، ونباتاتها الطويلة بشكل ملحوظ.

٤ – البلدى الأحمر

سلالة منتخبة من الصنف البلدى فى كلية الزراعة – جامعة القاهرة وتتميز عنه بارتفاع محصولها. يعم اللون الأحمر جميع أجزاء النبات بعد أن تتعدى الأجزاء النباتية المختلفة الأطوار المبكرة من نموها. وتحصد القرون فى مرحلة مبكرة من النمو قبل أن يظهر عليها اللون الأحمر. ويتميز هذا الصنف كذلك بارتفاع محصوله من القرون المجففة هوائيًا.

٥ – جولدن كوست Golden Coast:

يتشابه هذا الصنف فى المحصول مع الصنف البلدى، ويتميز عنه بقرونه الملساء الخالية من الأشواك (Abdel-Hafez & Said ١٩٧٧).

٦ - كليمسون سباينلس Clemson Spineless:

يتراوح طول النبات من ١٢٠–١٥٠ سم. ويبلغ طول القرن عند الحصاد حوالى ١٥ سم، وهى مضلعة قليلاً، وخضراء اللون (شكل ١١–٢، يوجد فى آخر الكتاب).

٧ – دوارف جرين لونج بض Dwarf Green Long Pod:

يبلغ طول النبات حوالى ٩٠ سم، وطول القرون عند الحصاد ١٨–٢٠ سم، وهى مضلعة قليلاً، وخضراء اللون.

٨ – بيركنز سباينلس Perkins Spineless:

يبلغ طول النبات حوالى ٩٠ سم، وطول القرون عند الحصاد ١٨ سم، وهـى مضلعـة، وخضراء اللون.

٩ – لويزيانا جرين فيلفت Louisiana Green Velvet:

يتراوح طول النبات من ١٥٠–١٨٠ سم، ويبلغ طول القـرون عنـد الحصـاد ١٨ سـم، وهى رفيعة ومضلعة قليلاً، وخضراء اللون.

١٠ – هوايت فيلفت White Velvet:

يتراوح طول النبات من ١٥٠–١٨٠ سـم، ويبلـغ طـول الثمـار عنـد الحصـاد ١٥–١٨ سم، وهى ملساء مستديرة المقطع مستدقة ناعمة، لونـها أبيـض كريمـى (Schweers & Sims ١٩٧٦).

١١ – آنى أوكلى ٢ Annie Oakley II:

صنـف هجـين مبكـر، وذو قـرون غضـة، مضلعـة، ومتوسـطة الاخضـرار. يناسـب الاستهلاك الطازج والتصنيع. السلاميات قصيرة؛ مما يزيد من قدرة النبـات علـى إنتـاج القرون (شكل ١١–٣، يوجد فى آخر الكتاب).

١٢ – فارشا أبهار Varsha Uphar:

صنف هندى أنتج بالتعاون مع المركز الآسـيوى لبحـوث وتنميـة الخضـر AVRDC، يتميز بقرونه الملساء قليلة التضليع التى يبلغ طولها ١٨ سـم (شـكل ١١–٤، يوجـد فـى آخر الكتاب)، وبمقاومته لفيرس الموزايك والعروق الصفراء Yellow Vein Mosaic Virus الذى تنقله إلى النباتات حشرة الذبابة البيضاء. تبدأ النباتات فى الإزهـار بعـد ٣٧ يومًا من الزراعة (النشرة الإخباريـة TVIS News Letter، للـ AVRDC – المجلـد الأول – العدد الثانى – يوليو/ديسمبر ١٩٩٦).

١٣ – بلوندى Blondy:

النباتات قصيرة، والقرون مضلعة، ملسـاء، وذات لون أخضر باهت.

١٤ – إميرالد Emerald:

النباتات طويلة، والقرون طويلة جدًّا (يصل طولهـا إلى ٢٠ سـم)، ورفيعـة، وهـو مـن أصناف التصنيع الهامة.

١٥ – بيركنز ماوث لونج بض Perkins Mammoth Long Pod:

صنف متأخر، والنباتات طويلة، والقرون طويلة جدًا (يصل طولها إلى ٢٠ سم)، وذات لون أخضر قاتم (شكل ١١–٥، يوجد فى آخر الكتاب).

ومن أصناف البامية الهامة الأخرى – ومعظمها من الهجن – ما يلى:

Dwarf Green	Dwarf Prolific
Gold Coast	Green Star
Louisiana Market	Better Five
Sun Star	Penta-Green
Green Best	Cajun Delight
Clemson Spineless 80	Oakley
North & South	Annie Okley I
Lee	Prelude

ومن أهم أصناف البامية ذات القرون الحمراء، ما يلى:

Red Okra (شكل ١١–٦، يوجد فى آخر الكتاب)	Red Velvet
Burgundy	Red Wonder
Artist	

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف البامية .. يراجع Wehner (١٩٩٩، و ٢٠٠٢)

التربة المناسبة

تعتبر الأراضى الطميية الجيدة الصرف أنسب الأراضى لزراعة البامية وتنجح زراعتها فى الأراضى الأثقل بشرط أن تكون جيدة الصرف. وبرغم أنها تزرع فى الأراضى الرملية، إلاّ أنها غير مفضلة، وذلك لأنها تجف بسرعة؛ الأمر الذى يزيد من سرعة نضج الثمار فى محصول يحتاج بطبيعته إلى الحصاد يوميًا فى الجو الحار. وتجود زراعة البامية فى الأراضى المتعادلة وتلك التى تميل قليلاً إلى القلوية

الاحتياجات البيئية

تعتبر البامية محصولاً صيفيًا يحتاج إلى موسم نمو طويل ودافئ، فلا تنبت البذور فى حرارة تقل عن ١٥°م. ويتراوح المجال الحرارى الملائم لإنبات البذور بين ٢٤، و ٣٢°م، ويكون أسرع إنبات فى حرارة ٣٥°م، ثم تتدهور نسبة الإنبات بارتفاع درجة الحرارة عن ذلك إلى أن تتوقف تمامًا فى ٤٠°م.

ويلائم نمو النبات مجال حرارى يتراوح بين ٢٥ و ٣٠°م، ويؤدى ارتفاع الحرارة عن ٣٥°م لفترة طويلة إلى زيادة طول النبات، وتأخير الإزهار، وزيادة معدل التنفس، ونقص المحصول، وسرعة تليف القرون المتكونة. ويؤدى ارتفاع الحرارة نهارًا عن ٤٢°م إلى سقوط الأزهار. ويؤدى تعرض النباتات للجو البارد – سواء أحدث ذلك ليلاً فقط، أم ليلاً ونهارًا – إلى ضعف الإزهار والإثمار، وتكوّن ثمار منبعجة، وغير منتظمة الشكل.

ويكون الإزهار أسرع فى النهار القصير فى معظم أصناف البامية. وقد تفشل البراعم الزهرية فى إكمال نموها عند زيادة طول النهار عن ١١ ساعة فى أصناف معينة. إلاّ أن بعض الأصناف غير حساسة للفترة الضوئية، ويمكن زراعتها فى المناطق الشمالية، ومن أمثلتها كليمسون سباينلس.

طرق التكاثر والزراعة

التكاثر وكمية التقاوى

تتكاثر البامية بالبذور التى تزرع فى الحقل الدائم مباشرة. وتتراوح كمية التقاوى التى تلزم لزراعة الفدان بين ٦ و ٨ كجم عند الزراعة فى الجو المناسب (العروة الصيفية المتأخرة، والخريفية)، وتزيد هذه الكمية إلى الضعف عند الزراعة فى الجو البارد (العروة الصيفية المبكرة، والشتوية)، علمًا بأن الجرام الواحد من بذور البامية يحتوى على ١٨ بذرة.

معاملات التقاوى

تعامل بذور البامية قبل زراعتها بالمبيدات الفطرية مثل الثيرام بمعدل ١,٤-١,٩ جم

مادة فعالة لكل كيلوجرام بذرة، والميتالاكسيل بمعدل ٠,٣ جم ماة فعالة لكل كيلوجرام.

ويمكن إسراع إنبات بذور البامية فى الجو البارد، وذلك بنقعها فى الماء لمدة ٨ ساعات كحد أقصى، ثم كمرها فى مكان دافئ لمدة ٢٤-٣٦ ساعة قبل زراعتها. وتساعد عملية النقع على سرعة تشرب البذور بالماء، ثم تستكمل البذور الخطوات الأولى للإنبات أثناء عملية الكمر. وتلك هى أكثر التغيرات الحيوية تأثرًا بالحرارة المنخفضة. ويلاحظ أن زيادة فترة النقع فى الماء عن ذلك قد تؤدى إلى تكسر البذور عند الزراعة.

كما يفيد كمر البذور فى بيئة صلبة مرطبة solid matrix priming مع سبق معاملتها بالمبيدات الفطرية (مثل الثيرام thiram مع الكربوكسين carboxin) فى سرعة إنبات البذور وزيادة تجانس الإنبات وقوته، مع تقليل الإصابة بالفطر *Pythium ultimum* (Conway وآخرون ٢٠٠١).

وأدت زيادة نسبة الرطوبة فى بذور البامية إلى ٥٢٪ (بكمر البذور فى الفيرميكيوليت المرطب بنسبة محسوبة لمدة ٣ أيام على ٢٢°م) إلى إسراع إنبات البذور فى أحد أصناف البامية (الصنف MN13)، وعدم التأثير على إنبات بذور صنف آخر (هو Pinkeye Purple Hull)، وتأخير الإنبات فى صنف ثالث (هو Clemson Spineless) (Marsh ١٩٩٣).

ويذكر أن بذور بعض أصناف البامية لها قصرة صلدة تعوق إنباتها بصورة جيدة. وقد عولجت هذه المشكلة بنقع البذور فى حامض الكبريتيك المركز لمدة ٢-٣ ساعات قبل الزراعة. إلاَّ أن المُشاهد أن جميع أصناف البامية التجارية المستخدمة - فى الزراعة - فى مصر تنبت بسهولة دونما حاجة لهذه المعاملة.

الزراعة

تعد الأرض للزراعة بحرثها مع إضافة السماد البلدى، ثم تخطط إلى خطوط بعرض ٦٠-٩٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٢، و ٨ خطوط فى القصبتين على التوالى)،

ويتوقف عرض الخط على الصنف المستعمل. تزرع البذور في جـور علـى مسـافة ٣٠ سـم من بعضها البعض.

وتكون الزراعة إما بالطريقة العفير (أى زراعة البذور فـى أرض جافـة)، أو الحراثـى (أى زراعة البذور المنقوعـة فـى أرض سـبق ريـها، ثـم تركـت حتـى وصلـت إلى درجـة الجفاف المناسبة - أى حتى أصبحت مستحرثة). تفضـل الطريقـة العفـير فـى الأراضـى الرملية وفى الجو الحار، وتكون الزراعة فيها علـى عمـق ٣ سـم، وبمعـدل ٣ بـذور فـى الجورة. وتفضل الطريقة الحراثى فى الأرض الثقيلة وفى الجـو البـارد، وتكـون الزراعـة فيها على عمق ٥ سم، وبمعدل ٥ بذور فى الجـورة، ومـع ملاحظـة تغطيـة البـذور عنـد الزراعة بالثرى الرطب ثم بالتربة الجافة.

وتكون الزراعة على الريشة الشمالية للخطوط عند الزراعة فـى الجـو الدافئ، وعلـى الريشة الجنوبية عند الزراعة فى الجو البارد.

وعندما تكون الزراعة آليًّا تزرع ١٣-٢٠ بذرة فى كـل مـتر طـولى مـن الخـط علـى أن تخف النباتات على المسافة المطلوبة، والتى تكون فى حدود ٢٠-٣٠ سم بـين النباتـات فى الخط. وتتطلب الزراعة بهذه الطريقة (التى تكـون فيـها الخطـوط علـى مسـافة ٧٠-١٠٠ سم من بعضها البعض) حوالى ٥-١٠ كجم من البذور للفدان.

وقد أدى تقليل المسـافة بـين النباتـات فـى الخـط مـن ٤٠ سـم إلى ١٠ سـم إلى زيـادة المحصول من ٢,٦ طن إلى ٤,٧ أطنان للفدان، بينما لم يتـأثر المحصـول جوهريًـا بزيـادة المسافة بين الخطوط من ٣٠ سم إلى ٦٠ سم (عن Lamont ١٩٩٩).

ويستفاد مـن دراسـات Whitehead & Singh (٢٠٠٠) أن معـدل تبـادل غـاز ثـانى أكسيد الكربون يكون أعلى ما يمكن، ويصل دليل المساحة الورقية leaf area index إلى أعلى مستوى له مبكرًا فى مسـافات الزراعة الضيقـة (٨، و ١٦ سـم) عمـا فـى المسـافات الواسعة (٤٠، و ٤٨ سم) بين النباتات فى الخط.

مواعيد الزراعة

تزرع البامية فى مصر فى أربع عروات متميزة هى كما يلى:

١ – صيفية مبكرة، حيث تزرع بذورها فى شهر يناير، وتقتصر على المناطق الدافئة فقط كبعض مناطق مصر العليا.

٢ – صيفية متأخرة .. تزرع بذورها من فبراير إلى مايو، وتنجح زراعتها فى معظم أنحاء مصر.

٣ – خريفية .. تزرع بذورها فى شهرى يوليو، وأغسطس. وتنجح زراعتها فى مصر العليا، والوسطى، وبعض مناطق الوجه البحرى.

٤ – شتوية .. تزرع بذورها فى شهر سبتمبر، وتقتصر زراعتها على جنوب مصر العليا.

عمليات الخدمة

الترقيع والخف

يجرى الترقيع قبل رية "المحاياة" مباشرة فى الزراعة العفير، وبعدها فى الزراعة الحراتى. ويكون ذلك بعد نحو أسبوع – من الزراعة – فى الجو الدافئ، وأسبوعين إلى ثلاثة أسابيع فى الجو البارد. ويجرى الخف بعد اكتمال الإنبات بأسبوعين على نبات واحد فى الجورة، ثم تروى الأرض بعد الخف مباشرة.

العزق

تجرى ثلاث عزقات بغرض التخلص من الحشائش، ونقل جزء من تراب الريشة البّطالة إلى الريشة العّمالة. ويوقف العزق بعد أن تغطى النباتات سطح الأرض.

الرى

تطول الفترة بين الريّات قليلاً فى بداية حياة النبات حتى تتعمق الجذور فى التربة، ثم تعطى النباتات بعد ذلك احتياجاتها من الرطوبة الأرضية حسب الحالة الجوية ونوع التربة. ويؤدى انتظام الرى إلى استمرار النمو الخضرى، واستمرار الإزهار والإثمار تبعًا لذلك. وتدل دراسات Singh (١٩٨٧) أن الاعتدال فى الرى (الرى بما يعادل ٦٠٪ من التبخر السطحى فى ولاية جورجيا الأمريكية) أعطى أعلى محصول، بالمقارنة بالرى الأقل، أو الأكثر من ذلك.

تعتبر الإزهار والقرون الحديثة الصغيرة هى الأكثر حساسية لنقص رطوبة الأرضية. ونظرًا لأن النبات يستمر فى الإزهار وعقد القرون بداية من الأسبوع الثامن بعد الزراعة؛ لذا يتعين استمرار انتظام الرى من ذلك الوقت وحتى انتهاء موسم الحصاد.

التسميد

يوصى بتسميد البامية فى الأراضى السوداء بنحو ١٠–٢٠م^3 من السماد البلدى – تضاف أثناء إعداد الأرض للزراعة، ويضاف معها ١٠٠ كجم سلفات نشادر (حوالى ٢٠ كجم N)، و ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات أحادى (حوالى ٣٠ كجم P_2O_5)، و٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم (حوالى ٢٥ كجم K_2O) للفدان. وتوالى النباتات أثناء نموها بثلاث دفعات متساوية من الأسمدة، تضاف الأولى منها بعد الخف، والثانية بعد ذلك بشهرين عند بداية عقد الثمار، والثالثة بعد الثانية بشهر آخر، ويستعمل فى كل منها ٥٠ كجم من نترات النشادر (حوالى ١٥ كجم N)، و ٣٠ كجم من سلفات البوتاسيوم (١٥ كجم K_2O) للفدان.

أما فى الأراضى الرملية التى تروى بالتنقيط فإن كميات الأسمدة الموصى بها قبل الزراعة، هى: ٢٠م^3 سماد عضوى، و ١٠٠ كجم سلفات نشادر، و ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات أحادى، و ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم، و ٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم، و ٥٠ كجم كبريت زراعى للفدان. أما أثناء النمو النباتى فإن النباتات تسمد بنحو ٦٠ كجم N، و ١٥ كجم P_2O_5، و ٦٠ كجم K_2O للفدان تجزأ إلى كميات متساوية تضاف مع مياه الرى بالتنقيط بمعدل ٣–٤ مرات أسبوعيًا، مع خفض الكميات المضافة خلال الأسابيع الثلاثة الأولى بعد الإنبات – قليلاً – عما فى بقية موسم النمو. تستعمل نترات النشادر كمصدر للنيتروجين، وحامض الفوسفوريك كمصدر للفوسفور، وسلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم، أو قد يستعمل سماد مركب ذات نسبة سمادية ٤:١:٤.

الأغطية البلاستيكية للتربة

يعمل الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة على رفع درجة حرارتها؛ مما يسمح بالزراعة المبكرة بنحو أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع، كما أنه يمنع نمو الحشائش ويحفظ

رطوبة التربة. وبينما يكون الغطاء البلاستيكى الشفاف أكثر فاعلية فى رفع حرارة التربة عن الغطاء الأسود، فإنه لا يفيد فى منع نمو الحشائش. ولزيادة فاعلية الزراعة بهذه الطريقة فى التبكير فى الإنتاج تفضل الزراعة بالشتل على ألاّ يسمح بفقد "صلية" الجذور عند الشتل، لأن شتلات البامية ذات الجذور العارية لا تنجح فى الشتل، ويتطلب ذلك سبق إنتاج الشتلات فى مكان مدفأ باستعمال أوعية لا تنزع منها الشتلة عند الشتل، وإنما توضع كاملة فى التربة مع الشتلة، مثل أقراص جفى ٧، وأصص البيت موس.

ويلزم – كذلك – عند استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة إجراء الرى بطريقة التنقيط.

أغطية النباتات

يمكن استعمال أغطية النباتات غير المنسوجة المصنوعة من البوليستر أو البولى بروبلين، وكذلك تلك المصنوعة من البوليثين المثقب، لمدة ٤–٨ أسابيع بعد زراعة البذور أو شتل النباتات (فى حالة الزراعة المبكرة باستعمال شتلات ذات صلايا سبق إنتاجها فى أماكن مدفأة)، مع ضرورة رفع الغطاء بمجرد بدء النباتات فى الإزهار للسماح بالتلقيح الحشرى الجيد. ترتفع درجة الحرارة تحت هذه الأغطية بما يسمح بالنمو الجيد للنباتات وحمايتها من الصقيع الخفيف الذى قد يحدث ليلاً.

إزالة الأوراق المسنة

لا يؤثر التخلص من الأوراق المسنة القديمة أثناء الحصاد – بغرض تحسين تهوية المحصول – لا يؤثر سلبيًا على المحصول طالما أن الأوراق التى تتم إزالتها تقع تحت مستوى القرون النامية (Lamont ١٩٩٩).

الفسيولوجى: النمو الثمرى

بدراسة مراحل البامية بين اليوم الأول واليوم الثانى عشر لتفتح الزهرة، وجد أن التغيرات فى طول القرون، ووزنها الطازج، وسمكها، وقطر البذور تتبع المنحنى الزيجمويدى Sigmoidal. وباقتراب القرون من النضج يزداد محتوى الثمار والبذور من

المواد الصلبة الكلية ومحتوى الثمار من الألياف، بينما ينخفض محتوى الثمار من حامض الأسكوربيك وبكتات الكالسيوم (Ketsa & Chutichudet ١٩٩٤).

وقد صلت قرون البامية إلى حوالى ٩٠٪ من حجمها الكامل فى خلال ١٠ أيام من تفتح الأزهار. وبالمقارنة .. فإن الهلام النباتى mucilage وصل إلى أعلى مستوى له بعد حوالى ستة أيام من الإزهار، ثم انخفض إلى الصفر تقريبًا بعد ٣٠ يومًا من تفتح الأزهار (Gherbin وآخرون ٢٠٠٠).

الحصاد، والتداول، والتخزين، والتصدير

النضج والحصاد

يبدأ حصاد البامية بعد ٣٠–٤٥ يومًا من الزراعة فى العروة الخريفية، و ٦٠–٧٥ يومًا فى العروة الصيفية المتأخرة، و ٩٠–١٢٠ يومًا فى العروتين: الصيفية المبكرة، والشتوية. ويستمر الحصاد لمدة ٢–٣ أشهر حسب الحالة الجوية.

تجمع القرون – وهى مازالت صغيرة – قبل أن تتخشب وقبل أن تبلغ البذور نصف حجمها الطبيعى، ويكون ذلك بعد ٤–٦ أيام من التلقيح فى الأصناف الأمريكية التى تؤكل ثمارها وهى كبيرة، وبعد فترة أقل من ذلك فى الأصناف المصرية التى تؤكل ثمارها وهى صغيرة. وأيًا كان الصنف المزروع .. فإن تأخير حصاد الثمار عن مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك يؤدى إلى سرعة تليفها، خاصة فى الجو الحار. ولذا .. فإن الحصاد يجرى يوميًا فى الجو الحار، وكل يومين فى الجو الدافئ، وكل ٤–٥ أيام فى الجو البارد. ونظرًا لأن الأزهار تتكون يوميًا؛ لذا فإن الثمار تتفاوت فى الحجم عند الحصاد؛ مما يستدعى ضرورة تقسيمها إلى رتب مختلفة.

تكون صفات الجودة لقرون البامية عالية نسبيًا فى اليوم الرابع من تفتح الزهرة، وتزداد جودة الثمار حتى اليوم السادس، ثم تنخفض حتى اليوم العاشر إلى الثانى عشر، وبعد ذلك تكون القرون متليفة ولا تصلح للاستهلاك. ويكون المحصول الصالح للتسويق والقيمة الغذائية للقرون أعلى ما يمكن عند حصاد القرون بين اليوم السادس والتاسع من تفتح الأزهار. هذا مع العلم بان الثمار الصغيرة جدًا تكون عشبية الطعم grassy (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

ويؤدى تأخير حصاد البامية عن الموعد المناسب للنضج الاستهلاكى إلى ضعف النمو والإزهار التالى. وقد تأكد ذلك من دراسات Harvey (١٩٣١) الذى قام بقطع البراعم قبل تفتحها بأربع وعشرين ساعة، وقطع الثمار بعد تفتح الأزهار بأربع وعشرين ساعة، أو ٤-٥ أيام، أو ١٠-١٢ يومًا فى معاملات مختلفة، ووجد علاقة عكسية واضحة بين نمو الثمار والنمو الخضرى. وكان التأثير المضعف للإثمار على النمو الخضرى أقوى فى مراحل النمو الثمرى الأولى عما بعد ذلك.

كما تبيّن من دراسات Perkins وآخرين (١٩٥٢) أن لنضج بذور البامية تأثيرًا مثبطًا قويًا على نمو النبات، حيث توقف تكوين ثمار جديدة إلى أن اكتمل تكوين ونضج البذور فى القرون التى تركت بدون حصاد. وتميزت هذه النباتات التى تركت فيها القرون بدون حصاد بأن إثمارها كان فى موجات، وذلك بسبب توقف النمو الخضرى لحين نضج القرون الجديدة المتكونة. هذا .. بينما استمرت النباتات التى حصدت ثمارها وهى صغيرة فى النمو، وإنتاج ثمار جديدة. ولهذا السبب يجب حصاد جميع القرون التى تتخطى مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك والتخلص منها، وعدم تركها على النبات.

وتعرف القرون التى تخطت مرحلة النمو المناسبة للاستهلاك بأن أطرافها لا تتقصف - ولكن تلتوى - عند محاولة ثنيها بالأصابع.

وبينما تحصد الثمار لأجل التصنيع بدون أعناق، فإن ثمار محصول الاستهلاك الطازج تزال منها الأعناق يدويًا بالسكين.

ونظرًا لوجود بعض الأشواك على قرون البامية، فإن استعمال القفازات عند الحصاد قد يكون ضروريًا لمن يكون لديهم حساسية منها.

كما يفيد ارتداء القائمين بالحصاد قمصان بأكمام طويلة فى حمايتهم من الأشواك الكثيرة التى توجد بنموات البامية الخضرية، والتى قد تسبب للبعض منهم حساسية جلدية.

ويصل المحصول الجيد للبامية التى تحصد لأجل الاستهلاك الطازج حوالى ٤,٢ طنًا للفدان، بينما يصل محصول بامية التصنيع إلى حوالى ٤,٧ طنًا للفدان (Lamont ١٩٩٩).

التداول

يجب تداول البامية بعد الحصاد بحرص شديد لأن أى كدمات أو جروح تحدث بها أثناء التداول تتحول فى خلال ساعات قليلة إلى اللون الأسود. ولهذا السبب يتعين ارتداء القائمين بعمليات الحصاد والتداول قفازات قطنية ناعمة.

الغسيل

قد يمكن غسيل البامية بالرش أو بالغمر فى الماء فى أحواض، ويوصى باستعمال ماء مضاف إليه الكلورين الحر بتركيز ٧٥-١٠٠ جزء فى المليون، مع ضرورة التخلص من الماء الزائد على سطح الثمار بعد الغسيل.

التدريج

يتعين تدريب القائمين بعملية الحصاد على تدريج ثمار البامية أثناء حصادها، واستبعاد المتليفة منها (وهى التى تخطت مرحلة النمو المناسبة للحصاد) أولاً بأول.

وتدرج البامية - فى الولايات المتحدة - إلى ٣ أحجام، كما يلى:

١ - فاخرة fancy .. وهى التى لا يزيد طولها عن ٩ سم.

٢ - المختارة بعناية Choice .. وهى التى يتراوح طولها بين ٩، و ١١ سم.

٣ - الضخمة Jumbo .. وهى التى يزيد طولها عن ١١ سم، ولكنها تكون مازالت غضة.

التعبئة فى عبوات المستهلك

يفيد تعبئة القرون فى أغشية مثقبة فى خفض الفقد الرطوبى، وتجنب إصابتها بالأضرار الفيزيائية.

التبريد المبدئى

يؤدى ترك قرون البامية فى سلال كبيرة لمدة ٢٤ ساعة بعد الحصاد - دون تبريد - إلى فقدها لجزء كبير من لونها الأخضر.

ونظرًا لسرعة تدهور البامية بعد الحصاد – بسبب ارتفاع معدل تنفسها – فإنه يتعين سرعة تبريدها مبدئيًا إلى ١٥°م للتخلص من حرارة الحقل. ولا يوصى بالتبريد الأولى باستعمال الماء المثلج لأنه قد يحدث أضرارًا وتبقعات بالثمار، ويفضل بدلاً عن تلك الطريقة إجراء التبريد الأولى تحت تفريغ، علمًا بأن ذلك يتطلب بلّ الثمار بالماء قبل تعريضها للتفريغ للحد من فقدها للرطوبة (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

التخزين

تعتبر البامية من الخضروات السريعة التلف؛ ولذا فإنها لا تخزن عادة إلاّ لفترات قصيرة لحين تحسن الأسعار. وأهم مظاهر فقد الجودة فى قرون البامية بعد الحصاد، هى: الذبول، وفقد الغضاضة، وتحلل الكلورفيل.

التخزين البارد العادى

يمكن تخزين ثمار البامية لمدة ٧–١٠ أيام بحالة جيدة فى حرارة ١٢,٥°م، ورطوبة نسبية ٩٠–٩٥٪ بشرط أن تكون الثمار بحالة جيدة أصلاً قبل بداية التخزين. وتعتبر الحرارة المنخفضة ضرورية لخفض معدل تنفس الثمار، والرطوبة العالية ضرورية لمنع انكماشها.

وتتعرض قرون البامية للإصابة بأضرار البرودة إذا انخفضت حرارة التخزين إلى أقل من ١٠°م، وأعراض ذلك هى: ظهور تغيرات فى اللون، مع تحلل القرون، وتكوّن نقر سطحية بها. ويزداد ظهور النقر بدرجة كبيرة إذا تعرضت الثمار لدرجة الصفر المئوى لمدة ثلاثة أيام. ولا يجوز وضع الثلج على الثمار أو خلطة بها؛ لأن ذلك يؤدى إلى تكوّن بقع مائية بها (عن Lutz & Hardenburg ١٩٨٦).

ويجب عدم تخزين البامية مع الثمار المنتجة للإثيلين، مثل الكنتالوب، والموز، والتفاح، وذلك نظرًا لحساسيتها للغاز.

التخزين فى الهواء المعدل والمتحكم فى مكوناته

تفيد تعبئة البامية فى أغشية مثقبة – بما يسمح برفع نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى

ما بين ٥٪، و ١٠٪ – فى زيادة فترة احتفاظها بجودتها أثناء التخزين لمدة أسبوع إضافى، إلاّ أن زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون عند تلك الحدود يؤدى إلى ظهور طعم غير مرغوب بالقرون.

وقد فقدت قرون البامية التى خزنت فى ٥٪ أكسجين + ١٠٪ ثانى أكسيد الكربون على ١٠ ±١°م قدرًا أقل من وزنها، واحتفظت بمحتواها من المواد الصلبة والكلوروفيل بدرجة أكبر، وكانت لزوجة الهلام النباتى فيها أعلى، مقارنة بتلك التى خزنت فى الهواء العادى فى الحرارة ذاتها. كذلك قلّ فى الثمار المخزنة فى الهواء المتحكم فى مكوناته التغير نحو الصلابة toughness، والتليف fibrousness، والتحلل الميكروبى، وإنتاج الإثيلين (Baxter & Waters ١٩٩٠أ). كما احتفظت القرون المخزنة فى الهواء المتحكم فى مكوناته بمحتواها من السكريات، والبروتينات الذائبة، والأحماض الأمينية بدرجة أكبر، وكان فقدها لكل من حامض الستريك والماليك والأسكوربيك أقل مما فى الثمار التى خزنت فى الهواء العادى على درجة الحرارة ذاتها (Baxter & Waters ١٩٩٠ب).

التصدير

يشترط القانون أن تكون ثمار البامية الخضراء المصدرة طازجة، وسليمة، ونظيفة، ومتماثلة الصنف والحجم فى الطرد الواحد، وغير مشوهة، وخالية من أى مادة غريبة، وألاّ يتجاوز طول الثمار الملساء المستديرة أو المضلعة عن ٥ سم. أما الأصناف التى بها أشواك .. فيجب ألا يتجاوز طول ثمارها ٣ سم. ويسمح بتجاوز هذه الأطوال بنسبة لا تزيد عن ١٠٪ فى الطرد الواحد، كما يسمح بالتجاوز فى الأوزان الصافية فى الطرد الواحد بنسبة لا تزيد على ٢٪. ويحدد القانون أنواع العبوات التى يجوز استخدامها ومواصفاتها. تبطن العبوات بورق البارشمنت المثقوب للتهوية، وتعبأ الثمار بكيفية تملأ فراغ العبوة بحيث تكون ثابتة وغير مضغوطة.

الأمراض والآفات ومكافحتها

يذكر Ziedan (١٩٨٠) أن البامية تصاب فى مصر بالأمراض التالية:

المرض	المسبب
عفن الجذر الفيوزارى	*Fusarium solani*
الذبول الطرى	*Pythium spp.*
عفن الجذور	*Rhizoctonia solani*
	Sclerotium rolfsii
الذبول الفيوزارى	*Fusarium oxysporum*
نيماتودا تعقد الجذور	*Meloidogyne ssp.*

الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور

من الضرورى .. إعطاء عناية كبيرة لمكافحة الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور فى حقول إنتاج البذور، وأهم هذه الأمراض هى ما يلى (عن George ١٩٨٥).

المرض	المسبب
لفحة اسكوكيتا Ascochyta blight	*Ascochyta abelmoschii*
عفن الثمار Fruit rot	*Choanephora cucurbitarum*
عفن الجذور الفيوزارى Fusarium root rot	*Fusarium solani*
	Glomerella cingulata
	Rhizoctonia solani
فيرس التفاف أوراق البامية Okra leaf curl virus	
الموازيك Mosaic	

الذبول الفيوزارى

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* مرض الذبول الفيوزراى فى كل من البامية والقطن. وتظهر الأعراض – فى البداية – على صورة اصفرار وتقزم، يتبعه ظهور أعراض الذبول والتفاف الأوراق ثم موت النبات. وتشاهد الحزم الوعائية فى القطاع الطولى لساق وجذر النبات المصاب كخيوط سوداء قاتمة. ويمتد هذا التلون فى كل الساق تقريبًا فى الإصابات الشديدة.

ويعيش الفطر المسبب للمرض فى التربة، ويصيب النبات عن طريق الجذور، وينتقل إلى أى مكان وبأى طريقة تنتقل بها التربة المصابة. ويناسب ظهور وانتشار المرض مجال حرارى يتراوح بين ٧ و ٣٨°م، ولكن الدرجة المثلى هى ٢٥°م.

هذا .. ولا توجد وسيلة فعّالة لمكافحة المرض. ويفضل عدم زراعة البامية فى الحقول التى تظهر بها الإصابة لمدة ست سنوات للحد من انتشار وتكاثر الفطر (Chupp & Sherif ١٩٦٠).

البياض الدقيقى

يسبب الفطران *Erysiphe cichoracearum*، و *Leveillula taurica* مرض البياض الدقيقى فى البامية وعدد من النباتات الأخرى. تظهر بقع دقيقية بيضاء على سطحى الورقة السفلى والعلوى، وعلى أعناق الأوراق والسيقان، تؤدى إلى اصفرار الأوراق ثم جفافها، ونقص المحصول، وضعف نمو الثمار. وتنتشر الإصابة تدريجيًا من الأوراق الكبيرة فى قاعدة النبات إلى الأوراق الصغيرة. تنتقل جراثيم الفطر بواسطة الهواء. ويناسب الجو الحار الجاف المرض، ويكافح بالرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل: ميلكورب سوبر، أو نمرود بتركيز ٠,١٥٪ لأى منهما.

أعفان الجذور والذبول الطرى

تسبب أعفان الجذور، والذبول الطرى مجموعة من الفطريات، منها: *F. solani*، و *Phytophthora* spp.، و *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani*، و *Macrophomina phaseolina*. وجميعها تعيش فى التربة، وتنتقل غالبيتها مع البذور (Tindall ١٩٨٣).

فيرس موزايك واصفرار العروق

يصيب فيرس موزايك واصفرار العروق Yellow Vein Mosaic Virus نباتات البامية مسببًا اصفرار عروق الورقة بدرجة ملحوظة، مع بعض الاصفرار فى النصل الذى يصبح غليظًا وصغيرًا. ينتقل الفيرس ميكانيكيًا، وبالذبابة البيضاء من النوع *Bemisia tabaci*. ويكافح بمقاومة الذبابة البيضاء الناقلة له.

نيماتودا تعقد الجذور

تعد نيماتودا تعقد الجذور بأنواعها الرئيسية *Meloidogyne incognita*، و *M. javanica*، و *M. arenaria* من أخطر الآفات التى تصيب البامية لتفضيل النيماتودا لها من جهة، ولأن المجال الحرارى المناسب لإنتاج البامية هو ذاته المجال المناسب لازدهار وتكاثر تلك الأنواع النيماتودية.

تؤدى الإصابة إلى اصفرار الأوراق السفلى ثم جفافها، مع تقزم النباتات، وظهور عقد (ثآليل) كبيرة فى جذورها.

وتكافح نيماتودا تعقد الجذور بمراعاة ما يلى:

١ – تبادل زراعة البامية والمحاصيل الأخرى الشديدة القابلية للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور – مثل الباذنجان، والطماطم، والقرعيات، والفاصوليا واللوبيا – تبادل زراعتها مع المحاصيل المقاومة لها مثل النجيليات.

٢ – بسترة التربة بالتشميس Solarization، أو تعقيمها بالتيلون Telone، أو ببروميد الميثايل.

٣ – معاملة البذور بمعلق ١٠٪ من كسب بذور الخروع caster cake مخلوطاً بجراثيم الفطر *Paecilomyces lilacinus*، وزراعتها فى تربة معاملة بالمعلق ذاته كانت تلك المعاملة أكثر فاعلية فى مقاومة النيماتودا وزيادة محصول البامية عند إضافة كسب بذور الخروع إلى التربة بمعدل طنين للهكتار (٨٤٠ كجم للفدان) أو المعاملة بالكاربوفيوران carbofuran بمعدل ٢ كجم مادة فعالة للهكتار (٨٤٠ جم للفدان) (Rao وآخرون ١٩٩٧). كذلك أفادت فى مكافحة النيماتودا معاملة التربة بأوراق الخروع مع الفطر *P. lilacinus* (Walia وآخرون ١٩٩٩).

الحشرات والعناكب

تصاب البامية بالمن، ودودة ورق القطن، والدودة القارضة، والعنكبوت الأحمر.

كما تصاب البامية بديدان اللوز (الأمريكية، والشوكية، والقرنفلية) التى تصيب القطن أيضًا. يتراوح طول الحشرة الكاملة (فراشة صغيرة الحجم) من ٨ مم فى الشوكية

إلى ١,٦ مم فى الأمريكية. تضع الفراشات بيضها على النباتات التى تتغذى على رحيق أزهارها. وتتغذى اليرقات الصغيرة بعد فقس البيض على النموات الخضرية للقمة النامية، والبراعم الزهرية، والأزهار، ثم تحفر داخل الثمار. ومن عادة اليرقة الانتقال من ثمرة إلى أخرى حتى أن اليرقة الواحدة قد تتلف من ٤-٥ ثمار. وعند اكتمال نمو اليرقة .. تخرج من أنفاقها وتزحف على النباتات لكى تصل إلى التربة حيث تعذّر بها. ونظرًا لأن هذه الحشرات تعد من أخطر آفات القطن فى مناطق مختلفة من العالم، لذا .. فإن الاهتمام يوجه نحو مقاومتها فى هذا المحصول أولا (حماد وعبد السلام ١٩٨٥). كما يمكن مكافحة ديدان اللوز فى البامية باستعمال المبيدات الحشرية المناسبة قبل الإثمار. ولكن لا يجوز استعمال هذه المبيدات بعد ذلك نظرًا لأن البامية تحصد يوميًّا أو كل يومين فى الجو الحار.

ونظرًا لأن تعقير البامية يؤدى إلى تكاثر ديدان اللوز مبكرًا؛ مما يزيد من شدة إصابة نباتات القطن بها، فقد حرم القانون المصرى (رقم ٢٠ لسنة ١٩٢١) تعقير البامية، وهى عملية يلجأ إليها بعض المزارعين لإنتاج محصول مبكر فى بداية الموسم.

الفصل الثانى عشر

القلقاس

تعريف بالمحصول وأهميته

يعرف محصول القلقاس فى الإنجليزية بعدة أسماء، منها Taro، و Dasheen، و Old Cocoyan، و Eddoe.

ينتمى القلقاس إلى العائلة القلقاسية Araceae (من ذوات الفلقة الواحدة) وتحت العائلة Colocasioideae، وهى - أى تحت العائلة - التى تضم - كذلك - التانيا tannia (التى تتبع *Xanthosoma* spp.)، والقلقاس العملاق giant taro (الذى يتبع *Alocasia* spp.). وتضم العائلة القلقاسية نحو ١٠٠ جنس، و ١٥٠٠ نوع، تنتشر زراعتها فى معظم أنحاء العالم، وخاصة فى المناطق الاستوائية. وهى تنمو جيدًا فى المناطق المظللة الرطبة.

الموطن والأصناف النباتية

يوجد أكثر من ١٠٠ صنف من القلقاس، تنتشر زراعتها فى مناطق زراعته فى مختلف دول العالم. ويختلف علماء تقسيم النبات فى وضع مجاميع الأصناف المختلفة فى مختلف الأنواع والأصناف النباتية. ويميز Purseglove (١٩٧٢) نوعًا نباتيًّا واحدًا، تتبعه جميع أصناف القلقاس، هو النوع *Clocasia esculenta* (L.) Shott، وهو نوع ثنائى التضاعف فيه ٢ ن تساوى ٢٨، و ٤٢، ويتبعه صنفان نباتيان botanical varieties، هما كما يلى:

١ - الصنف النباتى *C. esculenta* أو *C.* esculenta (L.) Schott var. *esculenta* *C. esculenta* (L.) Schott var. *typica* (وهو النوع الذى كان يعرف - سابقا - باسم Schott)، ويتبعه كل من الـ taro، والـ dasheen، والـ cocoyam. تنمو الأصناف التجارية Commercial Varieties التابعة لهذا النوع كمحصول درنى فى كل المناطق

الاستوائية، ولها أهمية خاصة فى جزر المحيط الهندى. وتبعًا للمواصفات التى ذكرها Purseglove عن هذا الصنف النباتى .. فإن القلقاس المصرى (خلافًا لما ذكر عنه فى المراجع العربية) ينتمى إلى هذا الصنف النباتى.

تنمو نباتات هذا الصنف النباتى بصورة برية فى الهند، وجنوب شرق آسيا، وقد انتقل منها شرقًا حتى الصين واليابان، وغربًا حتى منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط التى انتشر منها جنوبًا فى بقية القارة الأفريقية. وقد ذكره Pliny (٢٣–٧٩ سنة قبل الميلاد) فى مصر (Plucknett ١٩٧٦). ويعتقد أن الاسم اليونانى "Colocasia" مشتق من الإسم العربى "قلقاس" "qolquas".

ويتميز النبات بوجود كورمة كبيرة وسطية تحاط – غالبًا – بعدد قليل من الكريمات الأصغر حجمًا. تختلف الأصناف التجارية فى اللون الداخلى للكورمات، فقد يكون أبيض، أو ورديًا، أو أصفر، وفى لون نصل الورقة والعروق، وفى غياب أو وجود بقعة أرجوانية اللون على السطح العلوى لعنق الورقة فى موضع اتصالها بالنصل، وفى لون عنق الورقة الذى قد يكون أخضر بدرجات متفاوته، أو ورديًا، أو قرمزيًا، أو أسود تقريبًا، أو مخططًا، وفى نسبة المادة المخاطية فى الأوراق والكورمات. وتحتوى كورمات بعض الأصناف على كميات كبيرة من أوكسالات الكالسيوم، يتم التخلص منها عند الطهى.

٢ – الصنف النباتى *C esculenta* (L.) Schott var. *antiquorum* (Schott) Hubbard & Rehder، وهو الذى كان يعرف سابقًا بالاسم *C antiquorum*، والاسم *C. esculenta* var. *globulifera* Engle. Krause. تنمو الأصناف التجارية لهذا الصنف النباتى بكثرة فى الإنديز الغربية West Indies، وقد انتقلت إليها من الصين – حيث كانت نشأتها – وينتمى إليه جميع أصناف الـ eddoe، وما يعرف فى جنوب الولايات المتحدة باسم dashecn، ولكنه فى – حقيقة الأمر – من طراز الـ eddoe التى أدخلت إلى الولايات المتحدة من بورتوريكو فى عام ١٩٠٥، ويرجع فى الأصل إلى ترينداد.

تتميز نباتات هذا الصنف النباتى بأنها تنتج كورمة صغيرة وسطية كروية الشكل، وعددًا كبيرًا من الكريمات الجانبية التى تحيط بها. والكورمات خالية – تقريبًا – من

المادة المخاطية. تتميز الأصناف التجارية بوجود بقعة أرجوانية اللون على السطح العلوى لعنق الورقة عند اتصالها بالنصل. واللون الداخلى للكورمات أبيض. ومن الأصناف التجارية المهمة التابعة له .. الصنف ترينداد Trinidad، وهو الصنف المنتشر فى الزراعة فى الولايات المتحدة (Purseglove ١٩٧٢)، والذى يعرف فى مصر بـ "الصنف الأمريكى".

يتضح مما تقدم .. أن القلقاس المصرى يتبع الصنف النباتى *C. esculenta* var. *esculenta*، بينما يتبع القلقاس الأمريكى الصنف النباتى *C. esculenta* var. *antiquorum* على نقيض ما هو معروف عنهما فى ما هو متوفر لدى المؤلف من مراجع عربية. ويمكن التمييز بينهما على النحو التالى:

وجه المقارنة	القلقاس المصرى	القلقاس الأمريكى (الصنف ترينداد)
حجم الكورمة المركزية	كبيرة	صغيرة إلى المتوسطة
عدد الكورمات الجانبية	قليلة	كثيرة
لون طبقة تحت القشرة	أحمر وردى	أبيض
المادة المخاطية بالكورمات	كثيرة	قليلة
لون الجذور	وردى	أبيض
لون نصل الورقة	أخضر زاهٍ	أخضر قاتم
لون منطقة اتصال النصل بالعنق	غير ملونة	أرجوانية

وبالمقارنة .. فإن Yamaguchi (١٩٨٣) ميز نوعًا نباتيًا واحدًا من القلقاس، هو *Colocasia esculenta*، وهو الذى عرّفه بالاسم الانجليزى taro. ويذكر Yamaguchi أن الـ taro ينمو بريًا فى الهند وجنوب شرق آسيا، وأن زراعته ربما بدأت هناك، ومنها انتشرت إلى الصين واليابان، وكذلك إلى شرق البحر الأبيض المتوسط إلى مصر، ثم إلى إسبانيا، كما نُقل بواسطة الإندونيسيين إلى جزيرة مدغشقر حوالى عام ٥٠٠ بعد الميلاد، حيث انتشر منها عبر إفريقيا حتى سواحل غينيا. ومن جنوب شرق آسيا انتقل الـ taro إلى مختلف جزر جنوب المحيط الهادى. أما القلقاس الشرقى oriental taro – الذى يعرف فى الولايات المتحدة باسم dasheen – فإنه صنف غير لاذع nonacrid cultivar

نشأ كطفرة من الـ taro فى الصين، حيث نقل منها إلى الإنديز الغربية، حيث ينمو الآن فى معظم المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية من العالم.

ويستدل من هذا التعريف الدقيق لنشأة القلقاس أن جميع أصنافه تتبع نوعًا نباتيًا واحدًا، هو *C. esculenta*، وان الأصناف التى توجد بكورماتها المادة المخاطية اللاذعة - مثل القلقاس المصرى - هى من الـ taros (ولكنها تعرف فى الكاريبى باسم dasheen)، بينما تكون الأصناف التى توجد بكورماتها تلك المادة - مثل الصنف ترنداد - هى من الـ dasheens (ولكنها تعرف فى الكاريبى باسم eddoe).

وعلى الرغم مما تقدم بيانه، فقد أظهرت دراسات Onyilagha وآخرون (١٩٨٧) أن القلقاس يمكن تقسيمه إلى نوعين مستقلين، هما: *Colocasia esculenta* (L.) Schott، و *Colocasia antiquorum* Schott، وذلك كما كان عليه الحال سابقًا. ويستمر مع هذا التقسيم انتماء القلقاس المصرى للنوع *C. esculenta*.

الاستعمالات والقيمة الغذائية

يزرع القلقاس فى مصر لأجل كورماته التى تؤكل بعد طهيها، ولكنه يستعمل فى المناطق الاستوائية لأغراض أخرى شتى، مثل: استخدامه طازجًا فى السلطات، وطهى الأوراق الصغيرة، واستعمال البراعم الصغيرة النابتة قبل تفتح أوراقها، كما يستخرج النشا من الكورمات. ففى كثير من المناطق الاستوائية تقطف أوراق القلقاس الحديثة وتؤكل مثل السبانخ (Sankat وآخرون ١٩٩٥). يبدأ حصاد الأوراق الحديثة بعد ٥٠ يومًا من الزراعة، ويستمر كل ١٤ يومًا لمدة ثلاثة شهور، ثم يتوقف الحصاد لمدة شهرين، ليبدأ بعد ذلك ويستمر كل ٢١ يومًا حتى نهاية موسم النمو. يبلغ محصول الأوراق التى يتم حصادها بهذه الطريقة حوالى ١٤ طنًا للفدان (Zarate وآخرون ١٩٩٧). ولمزيد من التفاصيل عن استعمالات القلقاس .. يراجع Kay (١٩٧٣). تخزن المواد الكربوهيدراتية فى كورمات القلقاس على صورة نشا، وجلوكوز، وفراكتوز، وسكروز، علمًا بأن أكثر الصور تواجدًا النشا، وأقلها الجلوكوز (Fasidi ١٩٩٤). وتزيد نسبة النشا فى كورمات القلقاس عما فى جذور البطاطا، أو درنات البطاطس، وتتساوى نسبة البروتين تقريبا فى كل من القلقاس والبطاطس.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للاستهلاك من كورمات القلقاس على المكونات الغذائية التالية: ٧٣ جم رطوبة، و ٩٨ سعرًا حراريًا، ١,٩ جم بروتينًا، و ٠,٢ جم دهونًا، و ٢٣,٧ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٨ جم ألياقًا، و ١,٢ جم رمادًا، و ٢٨ مجم كالسيوم، و ٦١ مجم فوسفورًا، و ١ مجم حديدًا، و ٧ مجم صوديوم، و٥١٤ مجم بوتاسيوم، و ٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,١٣ مجم ثيامين، و ٠,٠٤ مجم ريبوفلافين، و ١,١ مجم نياسين، و ٤ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). يتضح مما تقدم أن القلقاس من الخضر الغنية جدًا بالمواد الكربوهيدراتية والنياسين، كما يحتوى على كميات متوسطة من الكالسيوم، والفسفور والحديد.

وتزداد نسبة المادة الجافة فى كورمات القلقاس من الطرف القمى نحو الطرف القاعدى، ومن وسط الكورمة نحو خارجها. ويتماثل توزيع النشا مع توزيع المادة الجافة، بينما يكون توزيع النيتروجين والفوسفور بها على عكس توزيع المادة الجافة (عن مرسى والمربع ١٩٦٠).

الأهمية الاقتصادية

بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالقلقاس فى العالم عام ١٩٩٩ نحو ١,٤٣١ مليون هكتار، زُرع منها فى قارة أفريقيا وحدها ١,٢٤٩ مليون هكتار. وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة هى نيجيريا (٥٥٠ ألف هكتار)، فساحل العاج (٢٦٥ ألف هكتار)، فغانا (٢٣٢ ألف هكتار)، فالصين (٨٣ هكتار)، ثم تشاد (٤٠ ألف هكتار). وكانت مصر هى الدولة العربية الوحيدة التى زرع بها القلقاس فى مساحة يعتد بها (ألف هكتار). ومن بين هذه الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار فى مصر (٣١,٨ طن)، فالصين (١٧,١ طن)، فغانا (٧,٤ أطنان) فنيجيريا (٦,٠ أطنان). أما متوسط الإنتاج العالمى .. فقد بلغ ٥,٨ أطنان للهكتار (FAO ١٩٩٩).

فقد بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالقلقاس فى مصر عام ٢٠٠٠ نحو ٦٠٣٥ فدانًا، وبلغ متوسط محصول الفدان ١٢,٧ طنًا (إدارة الإحصاء الزراعى – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ٢٠٠٠). وتقع معظم المساحة المزروعة بالقلقاس فى محافظات المنوفية، والشرقية، والقليوبية، وأسيوط، والمنيا.

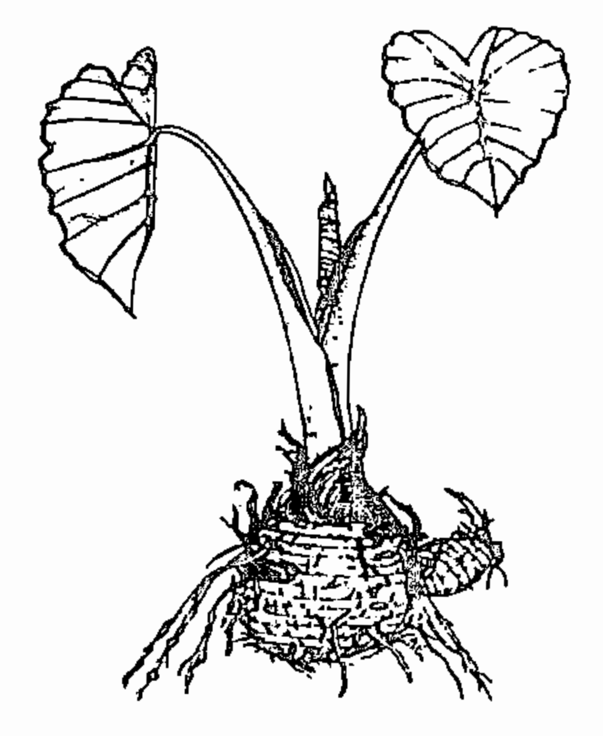
الوصف النباتى

إن القلقاس نبات معمر، ولكن تجدد زراعته فى مصر سنويًا.

الجذور والساق الأوراق

تعتبر جميع جذور القلقاس ليفية عرضيـة، تنمـو مـن الجـزء السـفلى مـن الكورمـة، وتكون متشحمة قليلاً والكورمة هى الساق الحقيقية للنبـات، وهـى تنمـو تحـت سـطح التربة، وذات شكل كروى إلى مستطيل قليلاً، ويظهر بها حلقات دائريـة متقاربـة تمثـل العقد، تنمو عندها أوراق حرشيفية صغيرة، توجد فى آباطها براعم وقد تنمو بعض هذه البراعم وتكبر فى الحجم وتـسمى (فكوكًا). تختلف الكورمات فى اللون، والحجم حسب الأصناف

تنمو الأوراق بالقرب من قمـة الكورمـة، وتلتـف أعناقـها حـول بعضـها لتكـون سـاقا كاذبة تتصل أعناق الأوراق بالنصل من منتصفه، وهى لحمية سميكة. أما النصل . فهو قلبى الشكل جلدى الملمس. ويتراوح طول الورقة (ارتفاع النبات) من ١-٢م (شكل ١٢-١).



شكل (١٢-١): نبات القلقاس

الأزهار

لا يزهر القلقاس إلا نادرًا في الظروف العادية. تنتج النباتات المزهرة نورة أغريضية، تحتوى على أزهار مؤنثة في جزئها السفلي؛ أى أن النبات وحيد الجنس وحيد المسكن. ولا تحتوى الأزهار على كأس، أو تويج.

يعتبر القلقاس مبكر الأنوثة Protogynous؛ نظرًا لأن المياسم تكون مستعدة للتلقيح قبل نضج حبوب اللقاح (عبدالعال ١٩٦٤). والتلقيح خلطى بالحشرات. ولا ينتج القلقاس بذورًا تحت الظروف المصرية، ولكن توجد تقارير معدودة تصف بذور أنتجتها بعض النباتات فى مناطق استوائية (Purseglove ١٩٧٢).

الأصناف

سبقت الإشارة إلى أنه يوجد أكثر من ١٠٠ صنف من القلقاس، تنتشر زراعتها فى مختلف دول العالم. وقد انتخبت هذه الأصناف بواسطة المزارعين، ولم ينشأ أى منها بطرق التربية المعروفة (Plucknett ١٩٧٦).

وجد بفحص ٢٣٩ صنفًا وسلالة هندية من القلقاس أن إزهارها كان نادرًا وغير منتظم الحدوث، واختلف باختلاف المواسم؛ وبسبب ذلك، وبالإضافة إلى شيوع السلالات العقيمة الثلاثية الهيئة الكروموسومية التى تكثر خضريًا، فإن احتمالات الإكثار الجنسى للمحصول – بغرض التربية بالتهجين والانتخاب – تعد محدودة للغاية (Sreekumari & Pillai ١٩٩٤). وعلى الرغم من ذلك، فقد أنتج Wilson وآخرون (١٩٩٤) – من خلال التكاثر الجنسى – صنفين محسنين من القلقاس، هما: ساموا هجين Samoa Hybrid، وألافو صن رايز Alafu Sunrise. نشأ الصنف ساموا هجين من الانتخاب فى بذور مفتوحة التلقيح من الصنف الفيجى Samoa، بينما نشأ الصنف ألافوصن رايز من تهجين بين صنفين (من ساموا الغربية West Samoa)، هما: Manua Tusitusi Mumu، و Tusitusi. ويعد هذان الصنفان أول ما أنتج من أصناف القلقاس من خلال برامج تربية اعتمدت على الانتخاب فى سلالات ناتجة من الإكثار الجنسى. وقد تفوق كلا من الصنفين المنتجين على الأصناف التجارية الأخرى فى المحصول بنسبة وصلت إلى ٥٠٪، ولكن يعاب على الصنف ألافوصن رايز لون لبه الأصفر.

ويعتبر الصنف ترينداد Trindad أهم أصناف القلقاس علـى المستوى العـالمى وأوراق هذا الصنف كبيرة، يصل طولها إلى حوالى ١-١,٥م، وتوجـد بـه بقعـة أرجوانيـة علـى السطح العلوى لعنق الورقة عند اتصالها بالنصل وينتج النبات كورمـة مركزيـة متوسـطة الحجم، تحيط بها نحـو ٢٠-١٠٠ كورمـة أصغر حجمًا تسـمى كوريمـات (Ware & McCollum ١٩٨٠).

أما فى مصر .. فيزرع صنف واحد هو البلدى، أو المصرى، يتميز بقوة النمو وأوراقـه قلبية الشكل، كبيرة الحجم، وأعناقها طويلة لحميـة، ولا توجـد بقعـة أرجوانيـة اللـون عند اتصالها بالنصل. ينتج النبات كورمة مركزية كبيرة الحجم، يحيط بها عدد كبير من الكورمات الأصغر حجمًا (كوريمات، أوفكوك) يعاب عليـه كـثرة المـادة المخاطيـة التـى توجد بالكورمات

التربة المناسبة

ينمو القلقاس – جيدًا – فى الأراضى العميقة الخصبة الرطبة، وأفضـل الأراضـى هـى الصفراء الخفيفة والثقيلة الجيدة الصرف، على أن تكون قادرة على الاحتفاظ بالرطوبة

تأثير العوامل الجوية

يناسب القلقـاس جـو حـار رطـب، ولا يتحمـل الـبرودة أو الصـقيع تنبـت تقـاوى القلقاس بسرعة أكبر عند ارتفاع الحرارة حتى ٢١°-٢٧°م ويحتـاج النبـات إلى درجـات حرارة مرتفعة ونهار طويل حتى يكتمل نموه الخضرى، ثم درجات حرارة معتدلة ونـهار أقصـر فـى الثلـث الأخـير مـن حياتـه؛ لأن ذلـك يناسـب تخزيـن الغـذاء وانتقالـه إلى الكورمات

طرق التكاثر والزراعة

يتكاثر القلقاس بالكورمـات المجـزأة، والفكـوك، وهـى الكوريمـات الجنبيـة. تـترك التقاوى التى تحجز مـن المحصـول السـابق فـى مكانـها بـالحقل إلى أن يحـين مـوعد الزراعة حيث تقلع، وتجزأ الكورمات الكبيرة إلى قطع تـزن كـل منـها نحـو ١٠٠-١٢٥ جم. يقطع الجزء العلوى المحتوى على البرعم الطرفـى أولاً، ثـم يجـزأ بـاقى الكورمـة

طوليًا إلى عدد من القطع، يتناسب وحجم الكورمة. ويجب أن تحتوى كل قطعة على ثلاثة براعم على الأقل. أما الكوريمات (الفكوك) .. فإنها لا تجزأ، ويكتفى بكشط جزئها السفلى لتشجيع نمو الجذور.

وعند مقارنة القطع الطرفية، والقطع الأخرى، والفكوك يتضح ما يلى:

١ – يتساوى المحصول الناتج من زراعة القطع الطرفية مع المحصول الناتج من زراعة الفكوك، ويكون كلاهما أكبر من المحصول الذى ينتج من زراعة القطع الأخرى؛ ويرجع ذلك إلى أن بعض القطع تتعفن فى التربة؛ بسبب كثرة الأسطح المقطوعة، وتكون براعمها أبطأ فى الإنبات، وأقل نموًا.

٢ – تنتج الفكوك أكبر عدد من الكورمات؛ بسبب كثرة البراعم التى توجد عليها، تليها القطع غير الطرفية؛ فالقطع الطرفية التى تكون بها ظاهرة السيادة القمية للبراعم الطرفى.

٣ – تنتج الفكوك أصغر الكورمات حجمًا، تليها القطع غير الطرفية، فالقطع الطرفية.

ويلزم لزراعة الفدان نحو ١,٥ طن من الكورمات، وأقل من ذلك قليلاً عند استعمال الفكوك.

تحرث الأرض مرتين، أو ثلاث وتزحف بعد كل حرثة. ويضاف نحو ثلاثة أرباع كمية السماد العضوى أثناء تجهيز الأرض. تكون زراعة القلقاس على خطوط بعرض ٨٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ٩ خطوط فى القصبتين).

تمسح الخطوط من الريشتين (أى من الجانبين)، ثم تعمل جور فى بطن الخط، بعمق ١٠–١٥ سم، على مسافة ٣٠ سم من بعضها البعض. توضع التقاوى فى الجور على أن تكون براعمها متجهة لأعلى، ثم تغطى بنحو ٥ سم من التربة، وتروى الأرض.

موعد الزراعة

تمتد زراعة القلقاس من فبراير إلى أبريل، ويعتبر شهر مارس هو أنسب موعد للزراعة.

عمليات الخدمة

الترقيع

يعد الترقيع عملية ضرورية؛ لأن نسبة الجور الغائبة قد تصل إلى ٤٠٪ خاصة عند استخدام القطع غير الطرفية. ويجرى الترقيع عادة بعد نحو شهرين من الزراعة، وتزداد فائدته فى الزراعات المبكرة.

العزيق والتكتيف

يكون عزق القلقاس سطحيًا؛ وذلك للتخلص من الحشائش التى تنافس المحصول، ابتداء من الزراعة حتى شهر يوليو، حيث تجرى عملية التكتيف وهى تتم بإضافة الربع المتبقى من السماد العضوى، ونصف كمية السماد الكيميائى فى بطن الخط حول النبات، ثم تشق الخطوط بالفأس، فتصبح النباتات بذلك فى وسط الخط. وتجرى هذه العملية بغرض إمداد النبات بالعناصر الغذائية، وإيجاد تربة مفككة حول الكورمات أثناء تكوينها.

الرى

يعتبر القلقاس نباتًا نصف مائى؛ حيث يجود حينما تتوفر الرطوبة الأرضية. يروى الحقل عند الزراعة، ثم كل ١٠ أيام لحين اكتمال الإنبات. وتتقارب الفترة بين الريات صيفًا، وتتباعد شتاءً، ويمنع الرى قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع. ويتأثر المحصول بدرجة كبيرة إذا تعرضت النباتات للعطش.

التسميد

يعتبر القلقاس من النباتات المجهدة للتربة، ويحتاج إلى كميات كبيرة من الأسمدة يسمد القلقاس فى مصر بنحو ٤٠م^3 من السماد العضوى، تضاف ثلاثة أرباع الكمية عند إعداد الحقل للزراعة، والربع الباقى عند إجراء عملية التكتيف فى شهر يوليو. يستعمل أيضًا نحو ٦٠ كجم من النيتروجين، و ٤٥ كجم P_2O_5 (حوالى ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات)، و ٧٥ كجم K_2O (١٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم) للفدان.

تضاف الأسمدة الكيميائية على دفعتين متساويتين: الأولى، منهما فى شهر مايو،

والثانية فى شهر يوليو عند إجراء عملية التكتيف. وللتسميد المبكر أهمية كبيرة فى إعطاء النباتات دفعة قوية للنمو الخضرى قبل أن يبدأ تكوين الكورمات.

الفسيولوجى

التأثير الفسيولوجى للملوحة العالية

يبلغ الحد الأقصى لمستوى الملوحة الذى يتحمله القلقاس فى المزارع المائية ٤,٩ مللى مول كلوريد صوديوم، وبعدها ينخفض المحصول النسبى للمادة الجافة بمعدل ١,٦٪ لكل زيادة مقدارها مللى مول واحد من كلوريد الصوديوم؛ مما يعنى أن القلقاس يعد حساسًا للملوحة. وبازدياد تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى يزداد تركيز الصوديوم فى أعناق الأوراق، ولكن ليس فى أنصال الأوراق، مما يعنى وجود خاصية أو آلية على درجة عالية من الكفاءة فى منع وصول الصوديوم الزائد إلى أنصال الأوراق، على الرغم من عدم تحمل النبات لكلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى، وهو الأمر الذى يظهر فى صورة ضعف فى النمو. أما الكلوريد فإن تركيزه يزداد فى جميع أجزاء النبات بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى، إلاّ أن الزيادة تكون أعلى ما يمكن فى أعناق الأوراق وأقل ما يمكن فى أنصالها (Hill وآخرون ١٩٩٨).

النمو النباتى

يكون معدل تراكم المواد الكربوهيدراتية منخفضًا خلال الثمانين يومًا الأولى بعد الزراعة بينما يكون نمو الأوراق وأعناق الأوراق، والجذور غزيرًا. وبعد ذلك .. تحدث الزيادة فى المادة الجافة أساسًا – نتيجة لنمو الكرورمات والخلفات. وتحدث الزيادة الكبيرة فى نمو الكورمات بعد أن يصل دليل مساحة الورقة إلى أعلى قيمة له (Goenaga ١٩٩٥).

خاصية اللذع

وجد أن خاصية اللذع acridity التى توجد فى أصناف القلقاس التى تنتمى إلى النوع *C. esculenta* – والتى ترتبط بوجود المادة المخاطية لا ترجع إلى أوكسالات الكالسيوم ذاتها، وإنما إلى مادة أو مواد أخرى تحمل على الـ raphids (وهى حزم

طولية من بللورات أكسالات الكالسيوم) التى توجد بتلك الأصناف. وتبين أن تلك المادة عبارة عن بروتين ٢٦ كيلو دالتون، ربما كان cysteine proteinase، هذا إلى جانب بروتينات أخرى – ربما كانت لها علاقة بخاصية اللذع، وتحمل هى الأخرى على البللوات – وقد أمكن فصلها كهربائيًا، ولكن لم تحدد هويتها (Paull وآخرون ١٩٩٩).

الحصاد والتداول والتخزين

النضج والحصاد

تستهلك معظم المواد الغذائية التى يكونها النبات فى مبدأ حياته فى تكوين نموات خضرية وجذرية جديدة، ولا ينتقل منها إلى الكورمات سوى كميات قليلة. ولكن تزداد الكميات التى تنتقل للكورمات تدريجيًا، مع تقدم النبات فى العمر؛ مما يؤدى إلى زيادتها فى الحجم. وبحلول شهر نوفمبر .. تكون الكورمات قد وصلت إلى أكبر حجم لها، وتبدأ الأوراق فى الاصفرار.

يقلع المحصول عندما تبلغ الكورمات حجمًا مناسبًا للتسويق. ويكون الحصاد – عادة – خلال شهرى أكتوبر ونوفمبر بعد ٧–١٠ أشهر من الزراعة. ويمكن إجراء الحصاد مبكرًا عن ذلك للاستفادة من الأسعار المرتفعة فى بداية الموسم، إلاّ أن المحصول يكون منخفضًا فى هذه الحالة. ويجرى الحصاد بقطع (قرط) النمو الخضرى فوق سطح التربة، ثم تقلع الكرومات بالفأس أو بالمحراث، مع مراعاة عدم تجريح الكورمات أو تقطيعها أثناء التقطيع.

التداول

تنظف الكورمات بعد الحصاد من بقايا الأوراق، ومن الجذور، وكتل الطين العالقة بها، ثم تفصل عنها الفكوك. وتحسن معالجتها لعدة أيام فى مكان جيد التهوية قبل التخزين

ولا يحتاج القلقاس إلى عملية العلاج فى حرارة عالية بعد الحصاد كتلك التى تجرى لجذور البطاطا.

التخزين

يمكن تخزين القلقاس فى مخازن جيدة التهوية، لمدة تصل إلى ١٠ أسابيع. كما يمكن تخزينه فى حرارة ٧°م-١٠°م، لمدة تصل إلى ٥ أشهر. كذلك يمكن ترك المحصول فى الحقل دون حصاد، لمدة تصل إلى ١٥ أسبوعًا؛ أى حتى شهر يناير. ويشترط لذلك عدم رى الحقل. ويعاب على هذه الطريقة شغل الأرض لهذه المدة الإضافية، واحتمال إصابة الكورمات بالحفار.

ومن أهم الفطريات المسببة لأعفان كورمات القلقاس فى المخازن، ما يلى:

Aspergillus niger

Botryodiplodia theobromae

Fusarium solani

Rhizopus stolonifer

Corticum rolfsii

الآفات ومكافحتها

الأمراض

يصاب القلقاس بالأمراض التالية:

١ - تبقع الأوراق غير المنتظم .. يسببه الفطر *Cladosporium colocasiicola*: قليل الأهمية.

٢ - تبقع الأوراق .. يسببه الفطر *Phyllosticta colocasiae*: يعتبر أهم أمراض القلقاس، وتظهر الأعراض على صورة بقع بيضاوية الشكل، يصل قطرها إلى ٥ سم، أو أكثر. تكون البقع فى البداية صفراء اللون، ثم تتحول تدريجيًا إلى اللون البنى، ويجف مركزها ويسقط. تظهر الأجسام الثمرية البنية للفطر فى الأنسجة الميتة المصابة فى الجو الرطب.

٣ - لفحة الأوراق .. يسببها الفطر *Phytophthora colocasiae*: ينتشر فى المناطق الاستوائية. تظهر الأعراض على صورة بقع بنية تميل إلى الحمرة، مائية المظهر على الأوراق، يصل قطرها إلى ٢٠ مم. تلتحم البقع المتجاورة معًا، ويزداد عددها حتى تموت

الورقة تمتد الإصابة إلى أعناق الأوراق والكورمات، وتستمر فى الكورمات أثناء التخزين وتعالج بالرش بالمبيدات النحاسية. وبالحامض الفوسفورى phosphorus acid (Semisi وآخرون ١٩٩٨).

٤ – العفن يسببه الفطر *Corticium rolfsii*: تصاب النباتات فى الحقل، وتستمر أثناء التخزين

٥ - نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne* spp.): تتكون عقد Knots على الجذور الليفية الماصة (Tindall ١٩٨٣).

ولمزيد من التفاصيل عن أمراض القلقاس .. يراجع Cook ١٩٧٨).

الحشرات والأكاروس

يصاب القلقاس بالمنّ، والتربس، والحفار، ونطاط أوراق القلقاس *Tarophagus proserpina* وخنفساء القلقاس *Papuana huebneri*، والعنكبوت الأحمر.

مصادر الكتاب

الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (١٩٨٣). إنتاج الخضر وتسويقها القاهرة – ٤٢٢ صفحة.

استينو، كمال رمزى، وعزالدين فراج، ومحمد عبدالمقصود محمد، ووريد عبدالبر وريد، وأحمد عبدالمجيد رضوان، وعبدالرحمن قطب جعفر (١٩٦٣). إنتاج الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ١٣١٠ صفحة.

استينو، كمال رمزى، وعزالدين فراج، ووريد عبدالبر، وأحمد رضوان، ومحمد عبدالعزيز عبدالفتاح (١٩٦٤). نباتات الخضر وأصنافها. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٢١٦ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (١٩٩٨). الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ١٨٤ صفحة.

حماد، شاكر، وعبدالعزيز المنشاوى (١٩٨٥). الحشرات الاقتصادية لمحاصيل الحقل، والخضر، والفاكهة، والأشجار الخشبية، ونباتات الزينة، وطرق مقاومتها. دار المطبوعات الجديدة – الإسكندرية – ٤٠٢ صفحة.

عبدالعال، زيدان السيد (١٩٦٤). تربية الخضر. دار المعارف – القاهرة – ٥٥٩ صفحة.

عرفة، إمام عرفة، وجاد الرب محمد سلامة، وميلاد حلمى زكى (٢٠٠١). استخدام الأنفاق البلاستيكية فى إنتاج محاصيل الخضر. مشروع تطوير النظم الزراعية – الإسماعيلية – ١٠٤ صفحات.

العروسى، حسين، وسمير ميخائيل، ومحمد على الرحيم (١٩٨٧). أمراض النبات. دار المطبوعات الجديدة – الإسكندرية – ٥٥٨ صفحة.

عكاشة، أمين وآخرون (١٩٩٥). زراعة وإنتاج الخرشوف. مشروع تنمية وتحسين الخرشوف بمصر. معهد بحوث البساتين – مركز البحوث الزراعية – ٦٩ صفحة.

مرسى، مصطفى على، وأحمد المربع (١٩٦٠). نباتات الخضر، الجزء الثانى: زراعة نباتات الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٧١٥ صفحة.

مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية (٢٠٠٠) إنتاج وتداول الخرشوف للتصدير
وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي - جمهورية مصر العربية ٦٣ صفحة

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي جمهورية مصر العربية (١٩٩٧) برنامج مكافحة الآفات الزراعية - ١٧٢ صفحة

Abdel-Hafez, A. A. and M. S. Said. 1977. Comparative studies on exotic strains of Egyptian local cultivars characters in okra. *Abelmoschus esculentus*. L. J. Agr. Sci. Mansoura Univ. 2: 247-258.

Ahmed, A. K., G. C. Cresswell, and A. M. Haigh. 2000. Comparison of sub-irrigation and overhead irrigation of tomato and lettuce seedlings. J. Hort. Sci. & Biotech. 75(3): 350-354.

Artés, F. and J. A. Martinez. 1996. Influence of packaging treatments on the keeping quality of 'Salinas' lettuce. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 29(7): 664-668. c. a. Hort Abstr. 67(3): 2079; 1997.

Asgrow Seed Company. 1977. Seed for today: descriptive catalog of vegetable varieties. No. 22. 152 p.

Ashkar, S. A. and S. K. Ries. 1971. Lettuce tipburn as related to nutrient imbalance and nitrogen composition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 448-452.

Asirifi, K. N., W. C. Morgan, and D. G. Parbery. 1994. Suppression of Sclerotinia soft rot of lettuce with organic soil amendments. Aust. J. Exp. Agric. 34(1): 131-136.

Barry-Ryan, C. and O'Beirne. 1999. Ascorbic acid retention in shredded iceberg lettuce as affected by minimal processing. Journal of Food Science 64(3): 498-500.

Barta, D. J. and T. W. Tibbitts. 1986. Effects of artificial enclosure of young lettuce leaves on tipburn incidence and leaf calcium concentration. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111: 413-416.

Barta, D. J. and T. W. Tibbitts. 1991. Calcium localization in lettuce leaves with and without tipburn: comparison of controlled-environment and field-grown plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(5): 870-875.

Barta, D. J. and T. W. Tibbitts. 2000. Calcium localization and tipburn development in lettuce leaves during early enlargement. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(3): 294-298.

Basnitzki, Y. and D. Zohary. 1987. A seed-planted cultivar of globe artichoke. HortScience 22: 678-679.

Bass, L. N. 1980. Seed viability during long-term storage. Hort. Rev. 2: 117-141.

Baxter, L. and L. Waters, Jr. 1990a. Controlled atmosphere effect on physical changes and ethylene evolution in harvested okra. HortScience 25(1): 92-95.

Beanland, L., C. W. Hoy, S. A. Miller, and L. R. Nault. 1990. Leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) transmission of aster yellows phytoplasma: does gender matter ? Environmental Entomology 28(6): 1101-1106.

Behr, U. and H. J. Wiebe. 1992. Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars. Scientia Horticulturae 49(3-4): 175-179.

Bell, A. A., L. Liu, B. Reidy, R. M. Davis, and K. V. Subbarao. 1998. Mechanisms of subsurface drip irrigation-mediated suppression of lettuce drop caused by *Sclerotinia ninor*. Phytopathology 88(3): 252-259.

Boshi, A. B. and M. W. Hardas. 1976. Okra. In: N. W. Simmonds. (ed.). Evolution of Crop Plants, pp. 194-195. Longman, London.

Bradbury, M. and R. Ahmad. 1996. Effect of humidity on growth of lettuce (*Lactuca sativa*, var. Great Lakes) under saline condition. Pakistan J. Bot. 28(1): 97-102.

Brecht, P., L. Morris, C. Cheyney, and D. Janecke. 1973. Brown stain susceptibility of selected lettuce cultivars under controlled atmospheres and temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(3): 261-264.

Brumm, I. and M. Schenk. 1993. Influence of nitrogen supply on the occurrence of calcium deficiency in field grown lettuce. Acta Horticulturae No. 339: 125-136.

Budge, S. P. and J. M. Whipps. 2001. Potential for integrated control of *Sclerotinia sclerotiorum* in glasshouse lettuce using *Coniothyrium minitans* and reduced fungicide application. Phytopathology 91: 221-227.

Budge, S. P., M. P. McQuilken, J. S. Fenlon, and J. M. Whipps. 1995. Use of *Coniothyrium minitans* and *Gliocladium virens* for biological control

of *Sclerotinia sclerotiorum* in glasshouse lettuce. Biological Control 5(4): 513-522.

Burdine, H. W. and C. A. Sanchez. 1990. Response of four lettuce cultivars to temperature and daylength. Proceedings - Soil and Crop Science Society of Florida 49: 91-94.

Calabrese,N.,A. Elia, and G. Sarli. 1994. Yield and quality of new artichoke cultivars propagated by 'seed'. Acta Horticulturae No. 371: 189-193.

Cantliffe, D. J. 1991. Benzyladenine in the priming solution reduces thermodormancy of lettuce seeds. HortTechnology 1: 95-97.

Cantliffe, D. J., G. J. Hochmuth, Z. Karchi, and I. Secker. 1998. Nitrogen fertility requirement for iceberg lettuce grown on sand land and plastic mulch and drip irrigation, pp. 421-427. In: S. Ben-Yehoshua. (ed.). 14th International congress on plastics in agriculture. Laser Pages Publishing, Jerusalem, Israel.

Cantliffe, D. J., W. M. Nascimento, Y. Sung, and D. J. Huber. 2000. Lettuce endosperm weakening: a role for endo-β-mannanase in seed germination at high temperature, pp. 277-285. In: M. Black, K. J. Bradford, and J. Vazquez-Ramos. (eds). Seed biology: advances and applications. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Castaner, M., M. I. Gil, F. Artés, and F. A. Tomas-Barberan. 1996. Inhibition of browning of harvested head lettuce. J. Food Sci. 61(2): 314-316.

Castaner, M., M. I. Gil, and F. Artés. 1997. Organic acids as browning inhibitors on harvested "Baby" lettuce and endive. Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung 205(5): 375-379. c. a. Hort. Abstr. 68(8): 6650; 1998.

Chen, J., G. S. Abawi, and B. M. Zuckerman. 1999. Suppression of *Meloidogyne hapla* and its damage to lettuce grown in a mineral soil amended with chitin and biocontrol organisms. Journal of Nematology 31(4, supplement): 719-725.

Chen, J., G. S. Abawi, and B. M. Zuckerman. 2000. Efficacy of *Bacillus thuringiensis*, *Paecilomyces marquandii*, and *Streptomyces costaricanus* with and without organic amendments against *Meloidogyne hapla* infecting lettuce. Journal of Nematology 32(1): 70-77.

Chupp, C. and A. F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. Ronald Pr. Co., N. Y. 693 p.

Claassens, A. S. 1994. The influence of varying P concentrations on the yield and abnormalities of lettuce leaves. South African Journal of Plant Science 11(3): 145-146.

Collier, G. R. and T. W. Tibbitts. 1982. Tipburn of lettuce. Hort. Rev. 4: 49-65.

Collier, G. F. and T. W. Tibbitts. 1984. Effects of relative humidity and root temperature on calcium concentration and tipburn development in lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 128-131.

Collier, G. F. and D. C. E. Wurr. 1981. The relationship of tipburn incidence in head lettuce to evaporate water loss and leaf dimentions. J. Hort. Sci. 56: 9-13.

Collier, R. H., G.M. Tatchell, P.R. Ellis, and W. E. Parker. 1999. Strategies for the control of aphid pests of lettuce. Bulletin OILB/SROP 22(5): 25-35. c. a. Hort. Abstr. 70(11): 9544; 2000.

Conway, K. E., R. Mereddy, B. A. Kahn, Y. Wu, S. W. Hallgren, and L. Wu. 2001. Beneficial effects of solid matrix chemo-priming in okra. Plant Dis. 85(5): 535-537.

Cook, A. A. 1978. Diseases of tropical and subtropical vegetables and other plants. Hafner Pr., N. Y. 381 p.

Coons, J. M., R. O. Kuehl, and N. R. Simons. 1990. Tolerance of ten lettuce cultivars to high temperature combined with NaCl during germination. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(6): 1004-1007.

Costa, H. S., D. E. Ullman, M.W. Johnson, and B. E. Tabashnik. 1993. Association between *Bemisia tabaci* density and reduced growth, yellowing, and stem blanching of lettuce and kai choy. Plant Disease 77: 969-972.

Cox, E. F., J. M. T. McKee, and A. S. Dearman. 1976. The effect of growth rate on tipburn occurrence in lettuce. J. Hort. Sci. 51: 297-309.

Cresswell, G. C. 1991. Effect of lowering nutrient solution concentration at night on leaf calcium levels and the incidence of tipburn in lettuce (var. Gloria). J. Plant Nutr. 14(9): 913-924.

Crocker, W. and L. V. Barton. 1953. Physiology of seeds. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass. 267 p.

Crozier, A., M. E. J. Lean, M. S. McDonald, and C. Black. 1997. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. J. Agric. Food Chem. 45(3): 590-595.

De Angelis, J. G. 1970. Effect of gibberellic acid treatments on globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). Israel J. Agric. Res. 20:149-157. c. a. Hort. Abstr. 41: 6370; 1971.

De Vos, N. E. 1992. Artichoke production in California. HortTechnology 2(4): 438-444.

Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 404 p.

Drews, M., I. Schonhof, and A. Krumbein. 1996. Nitrate, vitamin C and sugar content of lettuce (*Lactuca sativa*) depending on cultivar and stage of head development. (In German with English summary). Gartenbauwissenschaft 61(3): 122-129. c. a. Hort. Abstr. 66(10): 8534; 1997.

Drews, M., I. Schonhof, and A. Krumbein. 1997. Content of minerals, vitamins, and sugars in iceberg lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) grown in the greenhouse dependent on cultivar and development stage. (In German with English summary). Gartenbauwissenschaft 62(2): 65-72. c. a. Hort. Abstr. 67(10): 8486; 1997.

Dunlap, J. R., B. T. Scully, and D. M. Reyes. 1990. Seed coat-mediation of lettuce germination responses to heat and sodium chloride. Journal of the Rio Grande Valley Horticultural Society 43: 55-61. c. a. Hort. Abstr. 62: 1097; 1992.

DuPont, M. S., Z. Mondin, G. Williamson, and K. R. Price. 2000. Effect of variety, processing, and storage on the flavonoid glycoside content and composition of lettuce and endive. Jonrnal of Agricultural and Food Chemistry 48(9): 3957-3964.

Economakis, C. D. 1997. Effect of root-zone temperature on growth and water uptake by lettuce plants in solution culture. Acta Horticulturae No. 449: 199-203.

Elia, A. and P. Santamaria. 1994. Influence of nitrogen, phosphorus, potassium on artichoke transplant growth. Agricoltura Mediterranea 124(2/3): 106-111.

Elia, A., P. Santamaria, and F. Serio. 1996. Ammonium and nitrate influence on artichoke growth rate and uptake of inorganic ions. J. Plant Nutr. 19(7): 1029-1044.

El-Tarabily, K. A., M. H. Soliman, A. H. Nassar, H. A. Al-Hassani, K. Sivasithamparam, F. McKenna, and G. E. St. J. Hardy. 2000. Biological control of *Sclerotinia minor* using a chitinolytic bacterium and actinomycetes. Plant Pathology 49(5): 573-583.

Eris, A., M. Ozgur, M. H. Ozer, H. Copur, and J. Henze. 1994. A research on the controlled atmosphere (CA) storage of lettuce. Acta Horticulturae No. 368: 786-792.

Etoh, T. 1994. Recent studies on leaf, flower, stem and root vegetables in Japan. Hort. Abstr. 64(2): 121-129.

Fan, X. and J. P. Mattheis. 2000. Reduction of ethylene-induced physiological disorders of carrots and iceberg lettuce by 1-methylclopropene. HortScience 35(7): 1312-1314.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 1999. 1999 FAO production yearbook, vol. 53.

Fasidi, I. Q. 1994. Carbohydrate metabolism in *Colocasia esculenta* Schott corms and cormels during sprouting. Food Chemistry 51(2): 211-213.

Fletcher, J. T. 1984. Diseases of greenhouse plants. Longman, London. 351 p.

Francois, L. E. 1988. Yield and quality responses of celery and crisphead lettuce to excess boron. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(4): 538-542.

Francois, L. E. 1995. Salinity effects on bud yield and vegetative growth of artichoke (*Cynara scolymus* L.). HortScience 30(1): 69-71.

Francois, L. E., T. J. Donovan, and E. V. Maas. 1991. Calcium deficiency of artichoke buds in relation to salinity. HortScience 26(5): 549-553.

Freire, J. R. M. and C. F. Robbs. 2000. Isolation and identification of pathogenic bacteria in minimal processed hydroponic lettuce. Alimentaria 37(309): 55-60. c. a. Hort. Abstr. 70(8): 6732; 2000.

Forney, C. F. and R. K. Austin. 1988. Time of day at harvest influences carbohydrate concentration in crisphead lettuce and its sensitivity to high CO_2 levels after harvest. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(4): 581-583.

Gabr, S. M. 1999. The influence of nitrate: ammonium ratios and salinity stress on growth, chemical composition and quality of lettuce (*Lactuca sative* L.) grown in nutrient solutions. Alex. J. Agric. Res. 44(3): 251-262.

Garcia, S. M., M. S. Panelo, and F. Nakayama. 1994. Effect of gibberellic acid (GA_3) application on artichoke (*Cynara scolymus* L.). (In Spanish with English summary). Horticultura Argentina 13(33): 77-82. c. a. Hort. Abstr. 65(8): 6967; 1995.

Gaudreau, L., J. Charbonneau, L. P. Vézina, and A. Gosselin. 1994. Photoperiod and photosynthetic photon flux influence growth and quality of greenhouse-grown lettuce. HortScience 29(11): 1285-1289.

Gelmond, H. 1971. Seed weight as an indicator of lettuce seed vigor. Hassadeh 51: 1008-1010.

George, R. A. T. 1985. Vegetable seed production. Longman, London. 318 p.

Gherbin, P., K. Gulfo, and E. Tarantino. 2000. Growth pattern of okra pods: biometric and qualitative aspects. (In Italian with English summary). Italus Hortus 7(5): 8-16. c. a. Hort. Abstr. 71(3): 2400; 2001.

Gill, B. S., S. S. Gill, and H. Singh. 1991. Natural out crossing and pollen dispersal studies in okra (*Abelomoschus esculentus* L. Moench). J. Res., Punjab Agric. Univ. 28(1): 24-27. c. a. Plant Breed. Abstr. 63(10): 1096; 1993.

Goenaga, R. 1995. Accumulation and partitioning of dry matter in taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Ann. Bot. 76(4): 337-341.

Goto, E. and T. Takakura. 1992. Prevention of lettuce tipburn by supplying air to inner leaves. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 35(2): 641-645.

Graifenberg, A., M. Lipucci di Paola, L. Giustiniani, and O. Temperini. 1993. Yield and growth of globe artichoke under saline-sodic conditions. HortScience 28(8): 791-793.

Gray, D. 1975. Effect of temperature on the germination and emergence of lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties. J. Hort. Sci. 50: 349-361.

Gray, D. and J. R. A. Steckel. 1977. Pre-sowing seed treatment with cytokinin to prevent temperature dormancy in lettuce (*Lactuca sativa).* Seed Sci. Tech. 5: 473-477.

Guedes, A. C., D. J. Cantliffe and T. A. Nell. 1981. Morphological changes during lettuce seed priming and subsequent radicle development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106: 121-126.

Hammouda, F. M., M. M. Seif El-Nasr, and A. A. Shahat. 1993. Flavonoids of *Cynara scolymus* L. cultivated in Egypt. Plant Foods for Human Nutrition 44(2): 163-169.

Hamon, S. and D. H. van Sloten. 1989. Characterization and evaluation of okra, pp. 173-196. In: A. H. D. Brown, O. H. Frankel, D. R. Marshall, and J. T. Williams. (eds.). The use of plant genetic resources. Cambridge University Press, Cambridge.

Hanson, B. R., L. J. Schwankl, K. F. Schulbach, and G. S. Pettygrove. 1997. A comparison of furrow, surface drip, and subsurface drip irrigation on lettuce yield and applied water. Agricultural Water Management 33(2/3): 139-157.

Hartmann, H. T. and D. E. Kester. 1983. Plant propagation: Principles and practices. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. 727 p.

Hartz, T. K., W. E. Bendixen, and L. Wierdsma. 2000. The value of presidedress soil nitrate testing as a nitrogen management tool in irrigated vegetable production. HortScience 35(4): 651-656.

Harvey, E. M. 1931. A preliminary report on the vegetable growth of okra in relation to the production of varying amounts of reproduction tissue. Oreg. Exp. Sta. Bull. 284.

Hawthorn, L. R. and L. H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seed production. The Blakistone Co., Inc., N. Y. 626 p.

Hill, H. J., A. G. Taylor, and T. G. Min. 1989. Density separation of imbibed and primed vegetable seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4): 661-665.

Hill, S., R. Abaidoo, and S. Miyasaka. 1998. Sodium chloride concentration

affects early growth and nutrient accumulation in taro. HortScience 33(7): 1153-1156.

Huang, X. L. and A. A. Khan. 1992. Alleviation of thermoinhibition in preconditioned lettuce seeds involves ethylene, not polyamine biosynthesis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(5): 841-845.

Huett, D. O. 1994. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in response to electrical conductivity and K: Ca ratio in solution. Aust. J. Agric. Res. 45(1): 251-267.

Hunter, D. G. and J. W. Bowyer 1994. Cytopathology of anthers and pollen from lettuce plants infected by lettuce mosaic virus. J. Phytopath. 142(2): 107-114.

Inoue. K., S. Takayama, and H. Yokota. 1995. Production of calcium-enriched lettuce (*Lactuca sativa* L.) using a soaking method. (In Japanese with English summary). Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition 66(4): 381-387. c. a. Hort. Abstr. 66(6): 4997, 1996.

Ishii, M., T. Ito, T. Maruo, K. Suzuki, and K. Matsuo. 1995. Growth and physiology of lettuce plants grown under artificial light of high intensity in short-day regime. (In Japanese with English summary). Environment Control in Biology 33(2): 103-111.

Jackson, L. E. and L. J. Stivers. 1993. Root distribution of lettuce under commercial production: implications for crop uptake of nitrogen. Biological Agriculture & Horticulture 9(3): 273-293.

Jenkins, J. M., Jr. 1962. Brown rib resistance in lettuce. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81: 376-378.

Jeong, Y. O., J. C. Kim, and J. L. Cho. 2000a. Effect of seed priming of carrot, lettuce, onion, and Welsh onion seeds as a affected by germination temperature. (In Korean with English summary). Korean J. Hort. Sci. Tech. 18(3): 321-326. c. a. Hort. Abstr. 71(1): 520; 2001.

Jeong. Y. O., J. C. Kim, and J. L. Cho. 2000b. Effect of priming duration and temperature on the germinability of carrot, lettuce, onion, and Welsh onion seeds. (In Korean with English summary). Korean J. Hort. Sci. Tech. 18(3): 327-330. c. a. Hort. Abstr. 71(1): 521;2001.

Jie, H. and L. S. Kong. 1998. Growth and photosynthetic responses of three aeropanically grown lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.) to

different rootzone temperatures and growth irradiances under tropical aerial conditions. J. Hort. Sci. Biotech. 73(2): 173-180.

Jones. H. A. and J. T. Rosa. 1928. Truck crop plants. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 538 p.

Jones. E. E. and A. Stewart. 1997. Biological control of *Sclerotinia minor* in lettuce using *Trichoderma* species, pp 154-158. In: M. O'Callaghan. (ed.). Proceedings of the Fifth New Zealand Plant Protection Conference. New Zealand Plant Protection Society, Rotorua, New Zealand.

Kader, A. A., R. F. Kasmire, F. G. Mitchell. M. S. Reid, N. F. Sommer, and J. F. Thompson. 1985. Postharvest technology of horticultural crops. Univ. Calif., Div. Agric. Natural Resources. 192 p.

Kato-Noguchi, H. and H. Saito. 2000. Induction of alcohol dehydrogenase in lettuce seedlings by flooding stress. Biologia Plantarum 43(2): 217-220.

Kay, D. E. 1973. Root crops. The Tropical Products Institute, London. 245 p.

Ke, D. and M. E. Saltveit, Jr. 1986. Effects of calcium and auxin on russet spotting and phenylaanine ammonia-lyase activity in Iceberg lettuce HortScience 21: 1169-1171.

Ke, D. and M. E. Saltveit, Jr. 1989. Regulation of russet spotting, phenolic metabolism, and IAA oxidase by low oxygen in iceberg lettuce. J. Amer. Soc. Hor. Sci. 114(4): 368-642.

Ke, D. and M. E. Saltveit, Jr. 1989a. Developmental control of russet spotting, phenolic enzymes, and IAA oxidase in cultivars of iceberg lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 472-477.

Ke, D. and M. E. Saltveit, Jr. 1989b. Regulation of russet spotting, phenolic metabolism, and IAA oxidase by low oxygen in iceberg lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4): 638-642.

Ketsa, S. and B. Chutichudet. 1994. Pod growth, development, biochemical changes and maturity indices of okra cv. OK#2. Acta Hort. No. 369: 368-377.

Kim, G. H. and R. B. H. Wills. 1995. Effect of ethylene on storage life of lettuce. Journal of the Science of Food and Agriculture 69(2): 197-201.

Kim, B. S., O. W. Kim, D. C. Kim, and G. H. Kim. 1999. Development of a surface sterilization system combined with a washing process technology for leafy lettuce. Acta Horticulturae No. 483: 311-317.

Kitaya, Y., G. Niu, T. Kozai, and M. Ohashi. 1998. photosynthetic photon flux, photoperiod, and CO_2 concentration affect growth and morphology of lettuce transplants. HortScience 33(6): 988-991.

Klingman, G. C. and F. M. Ashton. 1975. Weed science: principles and practices. John Wiley & Sons, N. Y. 431 p.

Kristie, D. N. and A. Fielding. 1994. Influence of temperature on the Pfr level required for germination in lettuce cv. Grand Rapids. Seed Science Research 4(1): 19-25.

Lamont, W. J., Jr. 1999. Okra – a versatile vegetable crop. HortTechnology 9(2): 179-184.

Lattanzio, V., A. Cardinali, D. di Venere, V. Linsalata, and S. Palmieri. 1994. Browning phenomena in stored artichoke (*Cynara scolymus* L.) heads: enzymic or chemical reactions?. Food Chemistry 50(1): 1-7.

Lee, S. K. and S. C. Cheong. 1996. Inducing head formation of iceberg lettuce (*Lactuca sative* L.) in the tropics through root-zone temperature control. Tropical Agriculture 73(1): 34-42.

Leja, M., A. Mareczek, and S. Rozek. 1996. Quality changes in lettuce heads stored in a controlled atmosphere. II. Phenolic metabolism and ethylene evolution. Folia Horticulturae 8(2): 89-93. c. a. Hort. Abstr. 67(5): 3977; 1997.

Lewrk, S. and A. A. Khan. 1977. Mode of action of gibberellic acid and light on lettuce seed germination. Plant Phys. 60: 575-577.

Lin, T. C., S. H. Chuan, and S. T. Hong. 1991. Effect of chemicals on the enhancement of bolting in artichoke (*Cynara scolymus* L.). Bulletin of Taichung District Agricultural Improvement Station No. 32: 11-15. c. a. Hort. Abstr. 63: 1838; 1993.

Lipton, W. J. 1987. Senescence of leafy vegetables. HortScience 22: 854-859.

Loaiza-Velarde, J. G., F. A. Tomás-Barberá, and M. E. Saltveit. 1997. Effect of intensity and duration of heat-shock treatments on wound-induced phenolic metabolism in iceberg lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(6): 873-877.

Lorenz. O. A. and D. N. Maynard. 1980. Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N. Y. 390 p.

Lougheed, E. C. 1987. Interactions of oxygen, carbon dioxide, temperature, and ethylene that may induce injuries in vegetables. HortScience 22(5): 791-794.

Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U. S. Dept. Agric. Agric. Handbook No. 66. 94 p.

Magnani, G. and N. Oggiano. 1997. Reducing the level of nitrates in hydroponic lettuce. (In Italian with English summary). Colture Protette 26(1): 57-61. Hort. Abstr. 67(7): 5852; 1997.

Malach, Y. de, J. Ben-Asher, M. Sagih, and A. Alert. 1996. Double-emitter source (DES) for irrigation experiments in salinity and fertililization. Agronomy Journal 88(6): 987-990.

Manzanares, M. J., J. Corre, and Y. Herve. 1995. Evaluation of globe artichoke and related germplasm for resistance to artichoke latent virus. Euphytica 84: 219-228.

Marsh, L. 1993. Moisture affects cowpea and okra seed emergence and growth at low temperatures. HortScience 28(8): 774-777.

Martinetti, L. 1996. Nitrate and nitrite content of lettuce (*Lactuca sativa* L.) with different nitrogen fertilization rates. (In Italian with English summary). Rivista di Agronomia 30(1): 92-96. c. a. Hort. Abstr. 66(10): 8533; 1997.

Martinez, J. A. and F. Artes. 1999. Effect of packaging treatments and vacuum-cooling on quality of winter harvested iceberg lettuce. Food Research International 32(9): 621-627.

Mateos, M., D. Ke, A. Kader, and M. Cantwell. 1993. Differential responses of intact and minimally processed lettuce to high carbon dioxide atmospheres. Acta Horticulturae No. 343: 171- 174.

Mauromicale, G. and A. Lerna. 1995. Effects of gibberellic acid and sowing date on harvest time and yields of seed-grown globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). Agronomie 15(9/10): 527-538.

Mauromicale, G. and S. A. Raccuia. 2000. Influence of maturation time on some head characteristics of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). Acta Horticulturae No. 533: 483-488.

Mayer, A. M. and A. Poljakoff-Mayber. 1982. The germination of seeds. (3rd ed.). Pergamon Pr., Oxford. 211 p.

McCall, D. and J. Willumsen. 1998. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soil-grown lettuce. J. Hort. Sci. Biotech. 73(5): 698-703.

McCall, D. and J. Willumsen. 1999. Effects of nitrogen availability and supplementary light on the nitrate content of soil-grown lettuce. J. Hort. Sci. & Biotech. 74(4): 458-463.

McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. U. S. Dept. Agric., Agric. Res. Serv., Agric. Handbook No. 496. 411 p.

Mencarelli, F., R. Massantini, and M. Casella. 1993. The influence of chemicals, stem length and plastic films on the quality of artichoke buds. J. Hort. Sci. 68(4): 597-603.

Mermier, M., G. Reyd. J. C. Simon, and T. Boulard. 1995. The microclimate under Agryl P17 for growing lettuce. Plasticulture No. 107: 4-12.

Miceli, A. and P. de Leo. 1996. Extraction, characterization and utilization of artichoke-seed oil. Bioresource Technology 57(3): 301-302.

Minges, P. A. (ed.). 1972. Descriptive list of vegetable varieties. Amer. Seed Trade Assoc., Washington, D. C. 194 p.

Moller, M. and M. L. Smith. 1998. The applicability of seaweed suspensions as priming treatments of lettuce (*Lactuce sativa* L.) seeds. Seed Science and Technology 26(2): 425-438.

Morzadec, J. M., A. Hourmant, M. le Romancer, J. Corre, and A. Migliori. 1998a. Preliminary studies on black spot of globe artichoke. J. Phytopath. 146(2/3): 73-77.

Morzadec, J. M., A. Hourmant, J. Corre, M. Le Romancer, A. Cottignies,

and A. Migliori. 1998b. Black spot of globe artichoke: a calcium-deficiency disorder. J. Phytopath. 146(2/3): 79-82.

Nascimento, W. M., D. J. Cantliffe, and D. J. Huber. 1999. Endo-β-mannase activity during lettuce seed germination at high temperature in response to ethylene, pp. 191-192. In: A. K. Kanellis et al. (eds). Biology and biotechnology of the plant hormone ethylene II. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Nascimento, W. M., D. J. Cantliffe, and D. J. Huber. 2000. Endo-β-mannanase activity during lettuce seed germination at high temperature conditions. Acta Hort. No. 517: 107-112.

Nascimento, W. M., D. J. Cantliffe, and D. J. Huber. 2000. Thermotolerance in lettuce seeds: association with ethylene and endo-β-mannase. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(4): 518-524.

Nelson, J. M. and G. C. Sharples. 1986. Emergence at high temperature and seedling growth following pretreatment of lettuce seeds with fusicoccin and other growth regulators. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111: 484-487.

Nicola, S. and D. J. Cantliffe. 1996. Increasing cell size and reducing medium compression enhance lettuce transplant quality and field production. HortScience 31(2): 184-189.

Northmann, J. 1973. Effect of growth regulator treatments on heading, bolting, spiralled leaf formation and yield performauce of cos lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *romana*). J. Hort. Sci. 48: 379-386.

Odegabro, O. A. and O. E. Smith. 1969. Effect of kinetin, salt concentration and temperature on germination of early seedling growth of *Latuca sative* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 167-170.

OECD, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris. 1970-1977. International standarisation of fruit and vegetables. 872 p.

Okada, K., A. Takezaki, and T. Kameno. 1997. Modeling the effect of solar radiation on dry matter accumulation in lettuce. (In Japanese with English summary). Bulletin of the Shikoku National Agricultural Experiment Station No. 61: 67-73. c. a. Hort. Abstr. 68(5): 4109; 1998.

Okasha, K. H. A, M. E. Ragab, H. E. Wahba, A. M. Razin, and M. A. Abd-

El-Salam. 1997. Yield, head quality and some medicinal compounds of some new imported artichoke cultivars (*Cynara scolymus* L.). Zagazig J. Agric. Res. 24(1): 101-115.

Onyilagha, J. C., A. S. Omenyi, H. C. Illoh, and J. Lowe. 1987. *Colocasia esculenta* (L.) Schott, *Colocasia antiquorum* Schott, how many species? 1. A preliminary investigation. Euphytica 36: 687-692.

Oyama, H., Y. Shinohara, and T. Ito. 1999. Effect of air temperature and light intensity on β-carotene concentration in spinach and lettuce. (In Japanese with English summary). Jap. Soc. Hort. Sci. 68(2): 414-420. c. a. Hort. Abstr. 69(6): 4898; 1999.

Palumbo, J. C. and D. L. Kerns. 1994. Effects of imidacloprid as a soil treatment on colonization of green peach aphid and marketability of lettuce. Southwestern Entomologist 19(4): 339-346.

Passam, H. C., G. Apostolopoulos, and K. Akoumianakis. 1999. Artichoke quality during storage at 2 and 10°C in relation to the presence of the flower stalk and enclosure in polyethylene. Adv. Hort. Sci. 13(4): 165-167.

Paull, R. E., C. S. Tang, K. Gross, and G. Uruu. 1999. The nature of the taro acridity factor. Postharvest Biology and Technology 16(1): 71-78.

Peiser, G., G. López-Gálvez, M. Cantwell, and M. E. Saltveit. 1998. Phenylalanine ammonia-lyase inhibitors do not prevent russet spotting lesion development in lettuce midrips. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(4): 687-691.

Perkins, D. L., J. C. Miller, and S. L. Dallyn. 1952 Influence of pod maturity on the vegetable and reproductive growth of okra. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60: 311-314.

Piringer, A. A. 1962. Photoperiodic responses of vegetable plants, pp. 173-185. In: Campbell Soup Company. Proceedings of plant science symposium. Camden, N. J.

Plucknett, D. L. 1976. Edible aroids, pp. 10-12. In: N. W. Simmonds (ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.

Pollock, B. M. and V. K. Toole. 1961. Afterripening, rest period, and dormancy. In: Seeds, pp. 106-112. U. S. Dept. Agric., Washington, D. C.

Poulsen, N., A. S. Johansen, and J. N. Sorensen. 1995. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce. 4. Quality changes during storage. Plant Foods for Human Nutrition 47(2): 157-162.

Prusinski, J. and A. A. Khan. 1990. Relationship of ethylene production to stress alleviation in seeds of lettuce cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(2): 294-298.

Prusinski, J. and A. A. Khan. 1993. Application of some growth regulators and osmoconditioning to avoid thermoinhibition of seed germination in several lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars. Genetica Polonica 34(1): 35-45. c. a. Plant Breed. Abstr. 64(1): 654; 1994.

Purseglove, J. W. 1974. Tropical crops: dicotyclodons. The English Language Book Society, London. 719 p.

Ramsey, G. B., B. A. Friedman, and M. A. Smith. 1959. Market diseases of beets, chicory, endive, escarole, globe artichokes, lettuce, rhubarb, spinach, and sweatpotatoes. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook 155. 42 p.

Rangarajan, A., B. A. Ingall, and V. C. Zeppelin. 2000. Vernalization strategies to enhance production of annual globe artichoke. HortTechnology 10(3): 585-588.

Rao, M. S., P. P. Reddy, and M. Nagesh. 1997. In tegrated management of *Meloidogyne incognita* on okra by castor cake suspension and *Paecilomyces lilacinus*. Nematologia Mediterranea 25(1): 17-19.

Read, P. E. 1982. Plant growth regulator use in field-scale vegetable crops. In: J. S. McLaren. (ed.). Chemical manipulation of crop growth and development, pp. 285-296. Butterworth Scientific, London.

Reinink, K. and R. Groenwold. 1987. The inheritance of nitrate content in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Euphytica 36: 733-744.

Ritenour, M. A., M. J. Ahrens, and M.E. Saltveit. 1995. Effects of temperature on ethylene-induced phenylalanine ammonia lyase activity and russet spotting in harvested iceberg lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(1): 84-87.

Ritenour, M. A., E. G. Sutter, D. M. Williams, and M. E. Saltveit. 1996. Indole-3-acetic acid (IAA) content and axilary bud development in

relation to russet spotting in harvested iceberg lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(3): 543-547.

Roos, E. E. and F. D. Moore III. 1975. Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100: 573-576.

Roth-Bejerano, N., N. J. A. Sedee, R. M. van der Meulen, and M. Wang. 1999. The role of abscisic acid in germination of light-sensitive and light-insensitive lettuce seeds. Seed Science Research 9(2): 129-134.

Rottenberg, A. and D. Zohary. 1996a. The wild ancestry of the cultivated artichoke. Genetic Resources and Crop Evolution 43(1): 53-58.

Rottenberg, A., D. Zohary, and E. Nevo. 1996b. Isozyme relationships between cultivated artichoke and the wild relatives. Genetic Resources and Crop Evolution 43(1): 59-62.

Rousos, P. 1988. Effects of photoperiod and heat on lettuce growth and flowering times. (Abstr.). HortScience 23: 811.

Ruiz-Lozano, J. M. and R. Azcón. 1996. Mycorrhizal colonization and drought stress as factors affecting nitrate reductase activity in lettuce plants. Agriculture, Ecosystems & Environment 60(2/3): 175-181.

Ruiz-Lozano, J. M., R. Azcón, and M. Gómez. 1996. Alleviation of salt stress by arbuscular-mycorrhizal *Glomus species* in *Lactuca sativa* plants. Physiologia Plantarum 98(4): 767-772.

Ryder, E. J. 1979. Leafy salad vegetables. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 266 p.

Ryder, E. J. 1986. Lettuce breeding. In: M. J. Bassett. (ed.). Breeding vegetable crops, pp. 433-474. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Ryder, E. J. 1999. Lettuce, endive and chicory. CABI Pub., UK. 208 p.

Ryder, E. J. and W. Waycott. 1998. Crisphead lettuce resistant to tipburn: cultivar Tiber and eight breeding lines. HortScience 33(5): 903-904.

Ryder, E. J. and T. W. Whitaker. 1976. Lettuce. In: N. W. Simmonds. (ed.). Evolution of crop plants, pp. 39-41. Longman, London.

Ryder, E. J. and T. W. Whitaker. 1980. The lettuce industry in California: a quarter century of change, 1954-1979. Hort. Rev. 2: 164-207.

Ryder, E. J., N. E. Vos, and M. A. Bari. 1983. The globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). HortScience 18: 646-653.

Saltveit, M. E. 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for harvested vegetables. In: CA'97 Proceedings, Vol. 4, pp 98-117. Postharvest Horticulture Series No. 18, University of California, Davis.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. Vol. II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 194 p.

Salunkhe, D. K. and S. S. Kadam. (ed.). 1998. Handbook of vegetable science and technology. Marcel Dekker, Inc., N. Y. 721 p.

Sanchez, C. A. 2000. Response of lettuce to water and nitrogen on sand and the potential for leaching of nitrate-N. HortScience 35(1): 73-77.

Sanchez, C. A. and T. A. Doerge. 1999. Using nutrient uptake patterns to develop efficient nitrogen management strategies for vegetables. HortTechnology 9(4): 601-606.

Sanchez, C. A., R. J. Allen, and B. Schaffer. 1989. Growth and yield of crisphead lettuce under various shade conditions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(6): 884-890.

Sanchez, C. A., S. Swanson, and P. S. Porter. 1990. Banding P to improve fertilizer use efficiency of lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(4): 581-584.

Sankat, C. K., V. Maharaj, and B. Lauckner. 1995. The effect of temperature and packaging on the storage of dasheen (*Colocasia esculenta*) leaves. ASEAN Food J. 10(1): 3-9.

Scaife, M. A. and D. Jones. 1970. Effect of seed weight on lettuce growth. J. Hort. Sci. 45: 299-302.

Scherm, H. and A. H. C. van Bruggen. 1995a. Concurrent spore release and infection of lettuce by *Bremia lactucae* during mornings with prolonged leaf wetness. Phytopathology 85(5): 552-555.

Scherm, H. and A. H. C. van Bruggen. 1995b. Comparative study of microclimate and downy mildew development in subsurface drip and furrow-irrigated lettuce fields in California. Plant Dis. 79: 620-625.

Scherm, H., S. T. Koike, F. F. Laemmlen, and A. H. C. van Bruggen. 1995.

Field evaluation of fungicide spray advisories against lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*) based on measured or forcast leaf wetness. Plant Disease 79(5): 511-516.

Sanchez, M. W., R. Rivera, J. O'Brien, S. Ebinger, and R. E. DeGregorio. 1991. Variety selection and cultural methods for lowering nitrate levels in winter greenhouse lettuce and endive, J. Sustainable Agriculture 2(1): 49-75.

Schrader, W. L. 1994. Growth regulator gives earlier harvest in artichokes. California Agriculture 48(3): 29-32.

Schrader, W. L., K. S. Mayberry, and D. W. Cudney. 1992. Paving the way to a better artichoke. California Agriculture 46(4): 28-29.

Schultz, C. and J. G. C. Small. 1991. Inhibition of lettuce seed germination by cycloheximide and chloramphenicol is alleviated by kinetin and oxygen. Plant Physiology 97(2): 836-838.

Schweers, V. H. and W. L. Sims. 1976. Okra Production. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Leaflet 2679. 6 p.

Seelig, R. A. 1970. Fruit & vegetable facts & pointers: lettuce. United Fresh Fruit and vegetable Association. Alexandria, Va. 27 p.

Seeling, R. A. and P. F. Charney. 1967. Fruit & vegetable facts & pointers: artichokes. United Fresh Fruit & Vegetable Association, Alexandria, Va. 10 p.

Segall, K. I. and M. G. Scanlon. 1996. Design and analysis of modified-atmosphere package for minimally processed romaine lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4): 722-729.

Semisi, S. T., T. Mauga, and E. Chan. 1998. Control of the leaf blight disease, *Phytophthora colocasiae* Racib in taro *Colocasia esculent* (L.) Schott with phosphorous acid. J. South Pacific Agric. 5(1): 77-83. c. a. Rev. Plant Path. 78(2): 1313; 1999.

Sessa, R. A., M. H. Bennett, M. J. Lewis, J. W. Mansfield, and M. H. Beale. 2000. Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from *Lactuca species*. Major latex components are novel oxalate and sulfate conjugates of lactucin and its derivatives. Journal of Biological Chemistry 275(35): 26877-26884.

Sharples, G. C. 1973. Stimulation of lettuce seed germination at high temperature by ethephon and kinetin. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98: 209-212.

Shoemaker, J. S. 1953. Vegetable growing. (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc., N. Y. 515 p.

Sims, W. L., V. E. Rubatzky, R. H. Sciaroni, and W. H. Lange. 1977. Growing globe artichoke in California. Univ. Calif., Div. Agric. Sci., Leaflet 2675. 12 p.

Sims, W. L., H. Johnson, R. F. Kasmire, V. E. Rubatzky, K. B. Tyler, and R. E. Voss. 1978. Home vegetable gardening. Div. Agric. Sci., Univ. Calif., Leaflet No. 2989. 42 p.

Singh, B. P. 1987. Effect of irrigation on the growth and yield of okra. HortScience 22: 879-880.

Siomos, A. S. 2000. Nitrate levels in lettuce at three times during a diurnal period. J. Veg. Crop Prod. 6(2): 37-42.

Small, J. G. C. and Y. Gutterman. 1991. Evidence for inhibitor involvement in the thermodormancy of Grand Rapids lettuce seeds. Seed Science Research 1(4): 263-267.

Small, J. G. C. and Y. Gutterman. 1992. Effects of sodium chloride on prevention of thermodormancy, ethylene and protein synthesis and respiration in Grand Rapids lettuce seeds. Physiologia Plantarum 84(1): 35-40.

Smith, O. E., W. W. L. Yen, and J. M. Lyons. 1968. The effects of kinetin in overcoming high-temperature dormancy of lettuce seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 444-453.

Snyder, M. J., N. C. Welch, and V. E. Rubatzky. 1971. Influence of gibberellin on time of bud development in globe artichoke. HortScience 6: 484-485.

Sorensen, J. N., A. S. Johansen, and N. Poulsen. 1994. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce: 1. Marketable and nutritional quality as affected by nitrogen supply, cultivar and plant age. Plant Foods for Human Nutrition 46(1): 1-11.

Soundy, P., D. J. Cantliffe, G. J. Hochmuth, and P. J. Stoffella. 2001a.

Nutrient requirements for lettuce transplants using a floatation irrigation system. I. Phosphorus. HortScience 36(6): 1066-1070.

Soundy, P., D. J. Cantliffe, G. J. Hochmuth, and P. J. Stoffella. 2001b. Nutrient requirements for lettuce transplants using a floatation irrigation system II. Potassium. HortScience 36(6): 1071-1074.

Sreekumari, M. T. and P. K. T. Pillai. 1994. Breeding barriers in taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). J. Root Crops 20(1): 20-25.

Steingrover, E. G., J. W. Steenhuizen, and J. van der Boon. 1993. Effect of low light intensities at night on nitrate accumulation in lettuce grown on recirculating nutrient solution. Netherlands J. Agr. Sci. 41(1): 13-21.

Su, H., A. H. C. van Bruggen, and K. V. Subbarao. 2000. Spore release of *Bremia lactucae* on lettuce is affected by timing of light initiation and decrease in relative humidity. Phytopathology 90: 67-71.

Subbarao, K. V. 1998. progress toward integrated management of lettuce drop. Plant Disease 82(1): 1068-1078.

Subbarao, K. V., S. T. Koike, and J. C. Hubbard. 1996. Effects of deep plowing on the distribution and density of *Sclerotinia minor* sclerotia and lettuce drop incidence. Plant Disease 80(1): 28-33.

Subbarao, K. V., J. C. Hubbard, and K. F. Schulbach. 1997. Comparisoo of lettuce diseases and yield under subsurface drip and furrow irrigation. Phytopathology 87: 877-883.

Subbarao, K. V., J. C. Hubbard, and K. F. Schulbach. 1997. Comparison of lettuce diseases and yield under subsurface drip and furrow irrigation. Phytopathology 87(8): 877-883.

Sugiyama, N. and M. Oozone. 1999. Leaf initiation and development in crisphead and butterhead lettuce plants. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 68(6): 1118-1123.

Sung, Y., D. J. Cantliffe, and R. T. Nagata. 1998. Seed development temperatnre regulation of thermotolerance in lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(4): 700-705.

ung, Y., D. J. Cantliffe, and R. Nagata. 1998a. Using a puncture test to identify the role of seed coverings on thermotolerant lettuce seed germination. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(6): 1102-1106.

Sutton, B. G. and N. Merit. 1993. Maintenance of lettuce root zone at field capacity gives best yield with drip irrigation. Scientia Horticulturae 56(1): 1-11.

Takaki, M. and L. H. P. Gama. 1998. The role of the seed coat in phytochrome-controlled seed germination in *Lactuca sativa* L. cv. Grand Rapids. Seed Science and Technology 26(2): 355-362.

Tesi, R. 1994. Tema 2000, a new variety of perpetually flowering globe artichoke. (In Italian). Informatore Agrario 50(30): 49-51.

Tesi, R. and A. Lenzi. 1998. Controlled-release fertilizers and nitrate accnmulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Agricoltura Mediterranea. 128(4): 313-320. c. a. Hort. Abstr. 69(7): 5897; 1999.

Thibodeau, P. O. and P. L. Minotti. 1969. The influence of calcium on the development of lettuce tipbnrn J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 372-376.

Thompson, R. C. 1937. Improvement of salad crops. In: Yearbook of agriculture: better plants and animals III, pp. 326-339. U. S. Dept. Agric, Wash., D. C.

Thompson, T. L. and T. A. Doerge. 1995. Nitrogen and water rates for subsurface trickle-irrigated romaine lettuce. HortScience 30(6): 1233-1237.

Thompson, H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 611 p.

Thompson. H. C., R. W. Langhams, A. J. Both, and L. D. Albright. 1998. Shoot and root temperature effects on lettuce growth in a floating hydroponic system. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(3): 361-364.

Tibbitts, T. W. and G. Bottenberg. 1976. Growth of lettuce under controlled humidity levels. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 70-73.

Tibbitts, T. W. and R. R. Rao. 1968. Light intensity and duration in the development of lettuce tipburn. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 454-461.

Tibbitts, T. W., J. Bensink, F. Kuiper, and J. Hobe. 1985. Association of latex pressure with tipburn injury of lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 362-365.

Tigchelaar, E. C. (ed.). 1986. New vegetable varieties list XXI. HortScience 15: 565-578.

Tigchelaar, E. C. (ed.). 1986. New vegetable varieties list 22. HortScience 21: 195-212.

Tomás-Barberán, F. A., J. Laiza-Verlarde, A. Bonfanti, and M. E. Saltveit. 1997. Early wound- and ethylene-induced changes in phenylpropanoid metabolism in harvested lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(3): 399-404.

Tomás-Barberán, F. A., M. I. Gil, M. Castaner, F. Artés, and M. E. Saltveit. 1997a. Effect of selected browning inhibitors on phenolic metabolism in stem tissue of harvested lettuce. J. Agric. Food Chem. 45(3): 583-589.

Tindall, H. D. 1983. Vegetable in the tropics. Macmillan Pr., London. 533 p.

Toyomasu, T., H. Tsuji, H. Yamane, M. Nakayama, I. Yamaguchi, N. Murofushi, N. Takahashi, and Y. Inoue. 1993. Light effects on endogenous levels of gibberellins in photoblastic lettuce seeds. J. Plant Growth. Reg. 12(2): 85-90.

Toyomasu, T., H. Kawaide, W. Mitsuhashi, Y. Inoue, and Y. Kamiya. 1998. Phytochrome regulates gibberellin biosynthesis during germination of photoblastic lettuce seeds. Plant physiology 118(4): 1517-1523.

Turk, R. and E. Celik. 1994. The effect of vacuum cooling on the quality criteria of some vegetables. Acta Horticulturse No. 825-829.

University of California. 1987. Integrated pest management of cole crops and lettuce. Div. Agric. Natural Resources. Pub. No. 3307. 112 p.

Valdes, V. M. and K. J. Bradford. 1987. Effect of seed coating and osmotic priming on the germination of lettuce seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(1): 153-156.

Volkova, E. N. and A. E. Kudums. 1996. study of the diurnal changes in the content of nitrates in vegetable crops. (In Russian). Agrokhimiya No. 4: 22-27. c. a. Hort. Abstr. 67(9): 7743; 1997.

Van der Boon, J., J. W. Steenhuizen, and E. G. Steingrover. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. J. Hort. Sci. 65(3): 309-321.

Vetrano, F., G. Iapichino, and V. Guella. 2000. Propagation of artichoke cv. Romanesco from underground stem sections. Acta Horticulturae No. 533: 593-596.

Viaene, N. M. and G. S. Abawi. 1998. Management of *Meloidogyne hapla* on lettuce in organic soil with sudangrass as a cover crop. Plant Disease 82(8): 945-952.

Walia, R. K., S. N. Nadal, and D. S. Bhatti. 1999. Nematicidal efficacy of plant leaves and *Paecilomyves lilacinus*, alone or in combination, in controlling *Meloidogyne incognita* on okra and tomato. Nematologia Mediterranea 27(1): 3-8.

Walker, J. C. 1969. Plant pathology. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 819 p.

Walsh, J. A. 1994. Effects of some biotic and abiotic factors on symptom expression of lettuce big-vein virus in lettuce (*Lactuca sativa*). J. Hort. Sci. 69(1): 21-28.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danvill, Illinois. 607 p.

Watt, B. K. and A. L. Merrill et al. 1963. Composition of foods. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 8. 190 p.

Waycott, W. 1995. Photoperiodic responses of genetically diverse lettuce accessions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(3): 460-467.

Weaver, R. J. 1972. Plant growth substances in agriculture. S. Chand & Co. Ltd, New Delhi. 594 p.

Weaver, J. E. and W. E. Bruner. 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 351 p.

Wehner, T. C. (ed.). 1999. Vegetable cultivar descriptions for North America: List 25. HortScience 34(6): 957-1012.

Wehner, T. C. (ed.). 2002. Vegetable cultivar description for North America: List 26. HortScience 37(1): 15-78.

Welbaum, G. E. 1994. Annual culture of globe artichoke from seed in Virginia. HortTechnology 4(2): 147-150.

Welbaum, G. E. and S. C. Warfield. 1992. Growing globe artichokes from seed. Acta Horticulturae No. 318: 111-115.

Whitaker, T. W. 1974. Lettuce: evolution of a weedy Cinderella. HortScience 9: 512-514.

Whitehead, W. F. and B. P. Singh. 2000. Yield, time of maximum CO_2 exchange rate, and leaf-area index of Clemson 'Spineless' okra are affected by within-row spacing. HortScience 35(5): 849-852.

Wicks, T. G., B. Hall, and P. Pezzaniti. 1994. Fungicidal control of metalaxyl-insensitive strains of *Bremia lactucae* on lettuce. Crop Proptection 13(8): 617-623.

Wien, H. C. 1997. Lettuce, pp. 479-509. In: H. C. Wein. (ed.). The physiology of vegetable crops. CAB International, Wallingford, UK.

Wiklund, A. 1992. The genus *Cynara* L. (Asteraceae-Carducae). Botanical Journal of the Linnean Society 109(1): 75-123.

Wilson, J. E., P. Sivan, and C. Munroe. 1994. Alafua Sunrise and Samoa hybrid improve the production of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) in the Pacific. Acta Hort. No. 380: 453-461.

Winsor, G. and P. Adams. 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol. 3. Glasshouse crops. Her Majesty's Stationary Office, London. 168 p.

Wisler, G. C., J. E. Duffus, H. Y. Liu, and R. H. Li. 1998. Ecology and epidemiology of whitefly-transmitted closteroviruses. Plant Diseaae 82(3): 270-280.

Wittwer, S. H. 1983. Vegetable. In: L. G. Nickell. (ed.). Plant growth regulating chemicals. Vol. II, pp. 213-231. Boca Raton, Florida.

Wittwer, S. H. and M. J. Bukovac. 1962. Exogenous plant growth substances affecting floral initiation and fruit set. In: Proceedings of plant science symposium, pp. 65-83. Campbell Soup Company, Camden, N. J.

Wolff, X. Y. and R. R. Coltman. 1990. Productivity of eight leafy vegetable crops grown under shade in Hawaii. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(1): 182-188.

Wu, B. M., K. V. Subbarao, A. H. C. van Bruggen, and S. T. Koike. 2001. Comparison of three fungicide spray advisors for lettuce downy mildew. Plant Disease 85: 895-900.

Wurr, D. C. E. and J. R. Fellows. 1986. The influence of transplant age and raising condition on the growth of crisp lettuce plants raised in techniculture plugs. J. Hort. Sci. 61: 81-87.

Wurr, D. C. E. and J. R. Fellows. 1991. The influence of solar radiation and temperature on the head weight of crisp lettuce. J. Hort. Sci. 66(2): 183-190.

Wurr, D. C. E., J. R. Fellows, and A. J. Hambidge. 1992. Environmental factors influencing head density and diameter of crisp lettuce cv. Saladin. J. Hort. Sci. 67(3): 395-401.

Wurr, D. C. H., J. R. Fellows, R. W. P. Hiron, D. N. Antill, and D. J. Hand. 1992. The development and evaluation of techniques to predict when to harvest iceberg lettuce heads. J. Hort. Sci. 67(3): 385-393.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: production and nutritive values. Avi Pub Co., Westport, Connecticut. 415 p.

Yanagi, A. A., R. M. Bullock, and J. J. Cho. 1983. Factors involved in the development of tipburn in crisphead lettuce in Hawaii. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 234-237.

Zarate, N. A. H., M. do C. Vieira, and K. B. Godoy. 1997. Taro leaf production at three harvest intervals. Horticultura Brasileira 15(1): 47-49. c. a. Hort. Abstr. 68(8): 6813; 1998.

Zeng, G. W. and A. A. Khan. 1984. Alleviation of high temperature stress by preplant permeation of phthalimide and other growth regulators into lettuce seeds via acetone. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 782-785.

Ziedan, M. I. (ed.). 1980. Index of plant diseases in Egypt. Institute of Plant Pathology, Agricultural Research Center, Cairo, Egypt. 95 p.



شكل (١-٢): صنف الخس جريت ليكس ميزا ٦٥٩ Great Lakes Mesa 659.



شكل (١-٣): صنف الخس جاسمين Jasmin.



شكل (١-٤): صنف الخس بروسبر Prosper.



شكل (١-٥): صنف الخس الورقي راكيل Rachel.



شكل (١-٦): صنف الخس الورقي رد سالادوبال Red Salad Bowel.



شكل (١-٧): صنف الخس الورقي بيروجا Piroga.



شكل (١-٨): صنف الخس الرومين فلفت Velvet.



شكل (١-٩): صنف الخس الرومين أوجوستس Augustus.



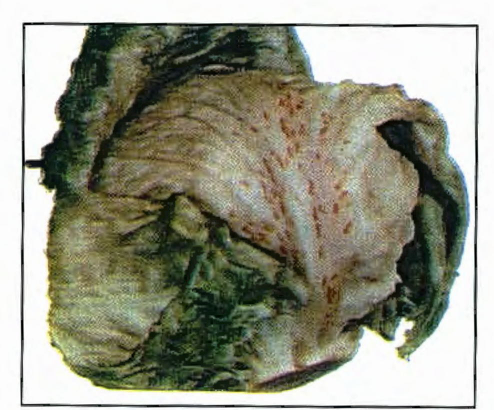
شكل (١-١٠): صنف الخس الساقى سلتس Celtuce.



شكل (٣-٥): أعراض الإصابة باحتراق قمة الأوراق فى خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى.



شكل (٣-١١): أعراض الإصابة بتغير لــون العرق الوســـطى rib discoloration (عـــن Ramsey وآخرين ١٩٥٩).



شكل (٤-٢): أعراض الإصابـــة بـــالتبقع الصدئ فى الخس.



شكل (٤-١): الحصاد الآلى للخس.



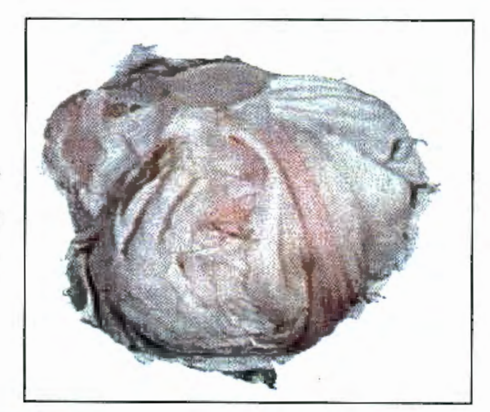
شكل (١١-٣): صنف البامية آنى أوكلى ٢ Annie Oakley II.



شكل (١١-٤): صنف البامية فارشا أبهـار Varsha Uphar.



شكل (١١-٥): صنف البامية بيركنز ماموث لونج بض Perkins Mammoth Long Bud.

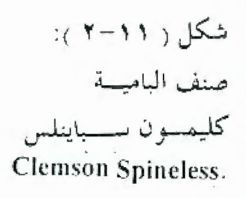


شكل (٤-٣): أعراض الإصابـــة بـــالعرق الوردى Pink Rib (عن Ramsey وآخريـــن ١٩٥٩).



شـــكل (٦-٤): صنـــف الخرشوف تلبيوت Talpiot.





شكل (١١-٢): صنف الباميـة كليمـون سـبايئلس Clemson Spineless.



شكل (١١-٦): صنف البامية رد أوكرا Red Okra.